LOUIS CLOQUET
PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE GAND

TRAITÉ DE PERSPECTIVE PITTORESQUE

PERSPECTIVE DU TRAIT

OUVRAGE ILLUSTRÉ DE 228 GRAVURES

HENRI LAURENS, ÉDITEUR
6, RUE DE TOURNON, PARIS

TRAITÉ

PERSPECTIVE PITTORESQUE

ERSPECTIVE DU TRAIT

TRAITÉ DE PERSPECTIVE PITTORESQUE

DIVISION DE L'OUVRAGE :

Perspective du Trait;

Perspective de la Couleur;

Perspective du Relief.

Chaque partie se vend séparément.

TRAITÉ

DE

Perspective Pittoresque

PAR

LOUIS CLOQUET

ARCHITECTE, INGÉNIEUR HONORAIRE DES PONTS ET CHAUSSÉES
PROFESSEUR A L'UNIVERSITÉ DE GAND,
A L'INSTITUT SUPÉRIEUR DES BEAUX-ARTS D'ANVERS ET A L'ÉCOLE SAINT-LUC DE GAND

Ouvrage illustré de 228 gravures

PERSPECTIVE DU TRAIT

PARIS
LIBRAIRIE RENOUARD — H. LAURENS, ÉDITEUR
6, RUE DE TOURNON, 6

Tous droits de traduction et de reproduction réservés pour tous pays.

Digitized by the Internet Archive
in 2025 with funding from
Getty Research Institute

https://archive.org/details/traitedeperspect01cloq

PRÉFACE

« *On s'étonnera peut-être de me voir entrer dans une route qui semble n'avoir été que trop fréquentée et on regardera comme inutile l'essai d'un nouveau traité sur une science qui, si on en juge par le grand nombre des écrivains qu'elle a produits, devrait être épuisée depuis longtemps. Il semble que le nom de Perspective soit devenu rebutant pour le public, ennemi des répétitions, et qu'il y ait de la témérité à oser traiter encore le même sujet. J'ose espérer néanmoins quelque indulgence de ceux qui voudront bien s'instruire des raisons qui m'ont porté à rendre public ce petit ouvrage.*

« *A ma propre méditation,* j'ai joint *la lecture d'une partie des écrivains de ce genre qui se sont multipliés à l'infini sans beaucoup de nécessité... Les uns se sont bornés à expliquer la simple théorie et ont laissé à leurs lecteurs le soin d'en faire l'application... Les autres auteurs, qu'on dirait... avoir traité la perspective avec plus de soin, en donnent d'abord quelques règles générales, qui... pour avoir passé par tant de mains, n'en sont pas devenues plus aisées ; aussi n'ont-ils pas travaillé à les rendre telles... et ils ont jugé plus nécessaire de donner aux peintres l'application de ces méthodes à un nombre infini d'exemples particuliers, quoique cette application ne leur puisse servir tout au plus qu'à rappeler dans ces circonstances l'usage des règles déjà prescrites. Mais quel profit peuvent retirer les peintres de ces modèles, s'ils n'ont une connaissance exacte de pratique générale ? Et s'ils ont cette con-*

naissance, quelle sera pour eux l'utilité de cette variété excessive d'exemples ?

« J'ai donc cru pouvoir m'y prendre d'une autre façon. »

Je m'approprie ces lignes, écrites en 1727 par G. J. S. Gravesande, docteur en droit, auteur d'un excellent petit traité de perspective. Il y a de cela deux siècles, et depuis, des centaines de nouveaux traités de perspective ont vu le jour, et je ne sais à quel nombre élevé s'ajoutera l'unité, qui donnera son numéro d'ordre à ce nouvel essai.

Cependant, je n'en ai pas trouvé qui satisfassent entièrement au programme du cours de *Perspective pittoresque* que j'ai l'honneur de donner à un auditoire de jeunes artistes, et dans lequel il est traité successivement de la perspective du *trait*, de la perspective de la *couleur* et de la perspective du *relief*.

L'art et la science ont des domaines bien distincts, mais une frontière commune, à travers laquelle peuvent se faire des échanges de notions très utiles; la science moderne peut apporter à la culture intellectuelle des artistes une contribution qui n'est pas à dédaigner.

Ceux qui expriment par les artifices du pinceau les beautés perçues par l'œil, ont avantage à connaître les secrets de cette perception, et à pénétrer le merveilleux fonctionnement de l'organe visuel.

Ceux qui, par les admirables rendus de la sculpture, imitent les êtres créés avec leurs reliefs les plus délicats, ont besoin de se rendre compte des mouvements oculaires, qui révèlent au cerveau humain la représentation des formes plastiques. Le sculpteur ne peut se dispenser d'analyser physiquement le jeu subtil des lumières, des ombres, des reflets sur les surfaces mates ou polies, et les lois de la réflexion lumineuse, et autres phénomènes auxquels leur art doit son prestige.

Il y a aussi tout un côté subjectif de la perspective linéaire, qui est généralement négligé dans les traités où l'on considère surtout les règles géométriques et les méthodes du tracé, sans envisager autant qu'on le pourrait l'acte même de la perception artistique, de la réception par l'œil humain des merveilles de la nature et de l'art.

En ce qui concerne les règles géométriques de la perspective linéaire, elles ne sont pas, dans tous les traités, développées d'une manière à la fois logique et pratique. Ceux qui vouent leur carrière aux applications du dessin doivent pénétrer en quelque sorte la philosophie de cette science qu'est la perspective, et en même temps apprendre à manier avec aisance les meilleures méthodes de son emploi. Il leur importe aussi d'en étudier l'application aux branches très variées des arts, au dessin, à la gravure, à l'architecture, à la statuaire, au bas-relief, à la médaille, à la peinture décorative, à tous les arts appliqués.

Ils doivent être rompus à la vue dans l'espace, connaître intimement la raison d'être des tracés qu'on enseigne dans les manuels, savoir en faire la démonstration, et au besoin retrouver ces règles par leur propre raisonnement.

Tel est le programme que je me suis proposé de remplir, en réunissant dans un seul manuel des notions qu'on ne trouve guère qu'éparses dans de nombreux ouvrages..

J'ai cru avantageux pour la clarté des démonstrations, de faire usage de simples schémas noyés dans le texte, plutôt que d'épures compliquées sous forme de planches séparées.

L. C.

BIBLIOGRAPHIE

Perdoux (1452-1519). — *Cours de perspective élémentaire.* Paris, Langlumé.

Léonard de Vinci. — *Traité de perspective.* (Milan.)

Sébastien Serlio. — *Le livre de la perspective.*

Jean Cousin (1501?-1589). — *Le livre de la perspective.*

Henry Hondus. — *Science et perspective.* Traduit par Samuel Marolius. (La Haye, 1619.)

Frère André-Pozzo (S. J.) *La perspective des peintres et des architectes ;* en français, latin, flamand, allemand. (Bruxelles, 1708.)

S'Gravesande. — *Essai de perspective.* (Rotterdam, 1717.)

E. S. Jeaurat. — *Traité de perspective à l'usage des artistes* (Paris, Joubert, 1750.)

G. Philips-Jacobsz. — *Uitvœrig onderwys in de perspectiva.* (Amsterdam, 1765.)

J. B. O. Lavit. — *Traité de perspective.* (Paris, 1804.)

J.-B. Cloquet. — *Nouveau traité élémentaire de perspective à l'usage des artistes.* (Paris, 1823.)

I. S. Smachtens. — *Nouveau traité de perspective.* In-folio. (Bruxelles, 1825.)

I. T. Thibaut. — *Applications de la perspective linéaire aux arts du dessin.* (1826.)

H. Brisson. — *Théorie des ombres et de la perspective.* (Bruxelles, 1827.)

J. Adhemar. — *Traité de perspective.* (Paris, 1838.)

Cassagne. — *Traité de perspective.* (Paris, Fouraut, 1884.)

J. Pillet. — *Traité de perspective linéaire.* (Paris, Delgrave, 1885.)

Le Roy. — *Traité de géométrie descriptive.*

Van Rysselbergh. — *Cours de géométrie descriptive.* — *Perspective et tracé des ombres.* (Gand.)

Aug. Arneaud. — *Traité de perspective linéaire.* (Paris, Béranger, 1900.)

V. Checa. — *La perspective.* 100 pl. avec texte, in-4°. (Paris, 1900.)

Tubeuf. — *Traité de perspective.* (Paris, Fanchon et Artus.)

Brucke et Helmholz. — *Principes scientifiques des Beaux-Arts.* (Paris, Alcan.)

TRAITÉ DE PERSPECTIVE PITTORESQUE

PERSPECTIVE DU TRAIT

INTRODUCTION

LE TRAIT

L'artiste dispose, pour imiter les choses, de trois moyens : le trait, le relief et la couleur.

Le trait est le moyen propre au dessinateur, comme le relief est le procédé du sculpteur et la couleur, la ressource du peintre.

Il y a deux sortes de traits, que nous appellerons le trait de *construction* et le trait *d'art*.

LE TRAIT D'ART

Le trait peut constituer un procédé artistique, comme cela arrive surtout dans la peinture décorative. Il peut avoir une valeur propre esthétique et une valeur éminente. A certaines époques, on a recherché l'expression surtout par le trait. Dans les premières miniatures du moyen-âge, dans les fresques et dans les vitraux, toute l'âme de la composition artistique est dans le trait; le trait est alors d'une exquise élégance, nourri, pur, souple, continu, plein de style. Le trait prend une autre allure encore très artistique dans la xylographie du XV^e^ siècle, avec des lignes fortes et cassées, et des valeurs de noir suffisantes à elles-mêmes sans le secours du modelé ni de la couleur. Holbein a donné au trait une allure plus moderne, plus réaliste et non moins artistique. Chaque époque, chaque grand maître, pourrait-on dire, a son trait à lui et son style du trait, tant il est vrai que le trait est un moyen d'art.

On ne pourra jamais mieux exprimer la valeur du simple trait,

que R. Topffer ne l'a fait dans les lignes suivantes [1], où il prend pour objectif son délicieux baudet.

« Le trait? c'est une ligne dans laquelle j'enferme l'espace qu'occupe mon âne. A mesure que mon œil suit le contour extérieur de l'échine, mon crayon le reproduit sur le papier; il monte ensuite le long des oreilles, il redescend le long du profil, s'arrête aux finesses du museau, et poursuit sa route jusqu'à ce qu'il ait de nouveau atteint l'échine, son point de départ. S'il a oublié la queue, il se hâte de rebrousser vers cet organe intéressant, et le place en son lieu. Voilà déjà une figure du baudet assez caractérisée, pour que nul ne s'y trompe, s'il a vu des baudets.

» J'insiste là-dessus. Car dès ce faible commencement d'imitation on peut déjà remarquer sous un jour frappant la prééminence du trait sur les deux autres moyens, le relief et la couleur, quant à ce qui caractérise l'imitation. Voilà mon baudet sans œil encore, sans naseaux, sans relief, sans couleur, déjà baudet à ne pas s'y méprendre; montrez-le à un enfant de trois ans, peut-être il le nommera mal, mais il le reconnaîtra à merveille. Or, dans tout ce que les deux autres moyens me permettent encore d'ajouter à cette représentation de l'objet, il reste moins de traits de ressemblance à apporter sur le papier, qu'il ne s'en trouve déjà. Ces traits compléteront la fidélité de la représentation, mais ils n'en feront pas la partie essentielle. »

» Que si j'use des ressources que m'offre encore ce premier moyen, le trait, et ceci, sans empiéter aucunement sur celles des deux autres, le relief et la couleur, je tracerai encore le contour des objets qui, dans mon baudet, m'offrent un profil à saisir, ainsi, les côtes, s'il est maigre, ainsi les callosités du jarret, ainsi les plissures des lèvres, ainsi l'œil, ainsi le naseau. Ceci me conduit déjà dans le domaine de l'expression; outre la physionomie qui est propre à tous les ânes, j'aurai reproduit en particulier celle qui appartient à cet âne en particulier, et dans ce moment donné. Selon que j'abaisse ou que je redresse ses oreilles, selon que cet œil s'ouvre ou se ferme à demi, selon que ce museau s'élargit, se gonfle ou s'affaisse, mon âne écoute, ou flaire, ou regarde; il est rétif ou patient, il regrette un chardon, s'inquiète d'une mouche, ou bien d'amoureuses velléités troublent en lui cette passive harmonie qui tout à l'heure lui donnait un air si grave et rangé.

» Au delà le trait m'abandonne; pour compléter le caractère et l'expression de mon baudet, il faut que je recoure aux deux moyens qui me restent encore à employer. Il est une foule de formes que je n'ai pu saisir et amener sur mon papier par le simple trait. Ce sont celles qui expriment une saillie, par exemple, celle du ventre, celle de l'œil, et que me révèle le jeu de la lumière. Il fait beau temps, le soleil dore notre ami; ses rayons arrivent en ligne droite sur sa personne; ils éclairent toutes les surfaces qu'ils rencontrent; et toutes celles qui ne viennent pas s'offrir à eux, restent dans l'ombre. Les voilà qui tombent d'en

1. R. Topffer. *Réflexions et menus propos d'un peintre genevois*. t. I, p. 101.

haut sur la paupière supérieure et me montrent qu'elle surplombe; ils s'arrêtent sur les veines ténues qui s'entre-croisent autour des naseaux, ils glissent sur le biais du cou, ils se concentrent sur la large surface que leur oppose la panse, et partout leur absence ou leur présence me révèle des formes par le moyen de la lumière et de l'ombre. C'est là le « *relief* ». Mon baudet est complet, pas achevé. »

Ainsi, des trois moyens par lesquels on imite, deux, le trait et le relief, sont exclusivement consacrés à imiter la forme.

Le *trait* traduit essentiellement le caractère et l'expression.

Le *relief*, en concourant au même but, y apporte un complément, y ajoute seulement des éléments secondaires.

Quant à la *couleur*, c'est le moindre moyen d'imitation; il n'est rien sans les deux autres.

Le trait domine dans la peinture antique, faite pour exprimer des pensées générales, simples, grandes, héroïques, faite surtout pour parler à la foule; il convient à cet art lié au culte, aux fêtes, aux monuments, aux grandes figures symboliques, typiques et idéales. Aidé du relief, il parle directement à l'âme, à l'intelligence et au cœur.

La couleur flatte les yeux, réveille l'imagination, évoque la poésie, mais n'émeut point la sensibilité. A mesure que le genre de composition est moins élevé, elle reprend ses avantages. Elle triomphe dans le portrait et le paysage ainsi que dans l'art décoratif.

Ainsi, nous sommes amenés, avec les progrès de la modernité, sinon de l'art humain, à nous préoccuper davantage de la couleur, et, auparavant, de la lumière et de l'ombre, d'où résulte le relief.

LE TRAIT DE CONSTRUCTION

Ce n'est pas le trait d'art qui devra nous occuper. Nous devons avoir recours à un trait conventionnel, en quelque sorte scientifique, à l'aide duquel nous construirons les formes sans les faire sentir, à un trait plus ou moins indépendant de l'apparence matérielle des objets, et ne coïncidant pas toujours avec leurs lignes réelles.

Dans ce premier tome, nous ne nous occuperons que de la première partie de l'art du dessinateur, savoir la construction du trait. Son œuvre est complétée par l'indication du relief, dont il sera traité plus tard.

Considérons l'opération que fait le dessinateur qui met un objet en perspective : il établit l'intersection avec le plan du tableau des lignes allant de son œil à diverses parties de l'objet figuré.

Parmi ces points, considérons ceux qui, réunis entre eux, constituent le contour apparent, ou la silhouette de l'objet. Ces points n'appartiennent souvent à aucune ligne réelle, à aucune arête de l'objet; c'est la ligne abstraite correspondant aux contacts, sur l'objet, du cône tangent à sa surface ayant son sommet dans l'œil de l'observateur. C'est donc une ligne purement fictive, et il en est ainsi de quantité d'autres à l'intérieur du contour. M. J. De Bosschère, dans sa *Dialectique du dessin*, compare le dessin au simple trait obtenu ainsi à une cage en fil de fer dans laquelle s'emprisonnent les formes.

Ainsi, dans l'art d'imitation, il est un trait qui n'a que le rôle de moyen auxiliaire. Dans la peinture, il ne subsiste que provisoirement; on le supprime après en avoir usé. Tel est le trait qui sert à l'étude de la perspective linéaire.

Pour parfaire son œuvre, il faut au dessinateur quelque chose de plus que ce trait; quelque chose qui n'est pas la couleur du peintre, mais qui a une teinte comme elle; qui n'est pas le relief du sculpteur, mais qui a un modelé comme lui. Ce quelque chose, c'est l'application des clairs et des ombres, qui produit l'apparence, l'imitation du relief.

A vrai dire, le peintre seul peut reproduire intégralement l'aspect de la nature. Il imite la forme des objets, leur couleur propre et la lumière qui les éclaire. Le sculpteur, lui, ne reproduit que la forme, mais avec une réalité matérielle. Quant au dessinateur, il imite l'apparence de la forme, à l'aide de la perspective, et aussi, du jeu des ombres et des lumières.

La première partie de cet ouvrage, qui traite exclusivement du *trait*, concerne tous les artistes, spécialement le dessinateur et le peintre.

Le *dessinateur* applique sur le trait l'indication de la lumière et de l'ombre, quelquefois même du ton; il indique par là le relief. Il sera traité du relief dans la troisième partie.

Le *peintre* applique sur le trait le rendu de la *couleur*, qui fera l'objet de la seconde partie.

Le *sculpteur* reproduit non seulement l'apparence du *relief*, mais sa réalité, ou un certain relief concret, différent du relief réel qu'il imite; de là des modes qui feront l'objet spécial de la troisième partie.

CHAPITRE PREMIER

VISION

1. Image rétinienne. — 2. Grandeur de l'image. — 3. Appréciation de la direction. — 4. Appréciation de la distance. — 5. Accommodation et adaptation de la vue. — 6. Adaptation binoculaire. — 7. Mouvements oculaires.

1. Image rétinienne. — Les règles de la perspective élémentaire sont basées sur une convention. On suppose que les choses à représenter sont vues d'un point mathématique, d'où est dirigé le regard, comme si l'œil pouvait se réduire à ce point abstrait nommé le *point de vue*. En dehors de cette hypothèse d'un point unique et précis de vision, les opérations usuelles de la perspective ne sont pas possibles.

Or, nous devons commencer par faire remarquer que cette conception s'éloigne notablement de la réalité.

Dans le fait, la vision ne se localise pas en un point de l'œil,

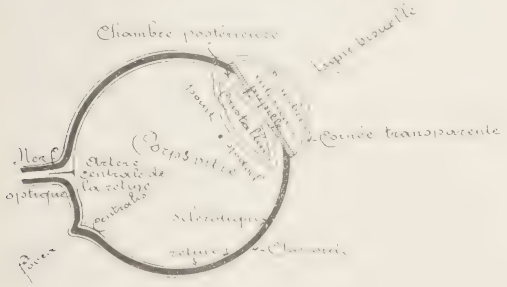


Fig. 1. Section de l'œil humain.

ni dans un seul œil. Les deux yeux sont pour l'artiste comme pour le physicien, le siège de la vision, ce phénomène complexe et vraiment merveilleux.

L'œil est un chef-d'œuvre de structure qu'il importe d'étudier.

L'œil est une chambre noire, dont l'ouverture est munie d'une lentille biconvexe.

La sensation de la vision se produit quand la lumière pénètre dans l'œil par la *pupille* et atteint la paroi du fond nommée la *rétine*, qui est comme l'écran de la chambre obscure.

Fig. 2.

Faisons un instant abstraction du cristallin. Un point lumineux extérieur M *(fig. 2)* envoie des rayons dans tous les sens, et un certain nombre de ces rayons M — 1, M — 2, M — 3, M — 4, s'introduisent par l'ouverture de la pupille. L'écran devrait être touché en des points différents 1, 2, 3, 4, par chacun des rayons, mais il n'en est rien, parce que le globe de l'œil est rempli de substances transparentes jouant le rôle d'une lentille, qui réfractent tous les rayons émanant du point M, et les font converger à l'intérieur du globe en un faisceau pointu, dont l'extrémité se localise en un seul point *(fig. 3)* de la rétine; là se forme *l'image rétinienne* du point M. On appelle *rayon visuel*, la ligne qui joint cette image μ au point réel. L'œil voit le point M dans la direction μ M.

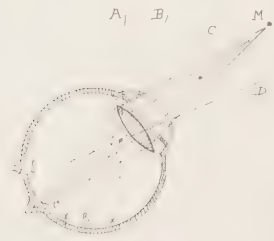


Fig. 3.

Imaginons qu'en un point intermédiaire *m (fig. 3)* du rayon visuel on intercale un autre point lumineux; son image occupera la même position sur la rétine, que l'image du point M; et si, par artifice, ses propriétés lumineuses sont rendues identiques à celles du point M, la sensation lumineuse sera la même. Le point M pourrait donc paraître remplacé par le point *m*, qui est son *image perspective*.

Telle est l'image perspective d'un point; et l'image perspective d'un objet, d'une scène, d'un paysage, se compose des images perspectives de tous leurs points visibles.

La vue de pareille image fait croire à la présence de l'objet représenté, quand même celui-ci n'a peut-être jamais existé. Elle

est la source d'une illusion, parfois charmante, mais toujours incomplète pour beaucoup de causes.

Une de ces causes est le fait, que nous avons deux yeux, sur la rétine desquels la présence d'un objet à trois dimensions produit deux apparences différentes, qu'il est impossible de faire renaître à l'aide d'une seule image perspective.

Une autre cause est la difficulté de donner à l'image la même puissance lumineuse, le même éclat de coloris, qu'à l'objet naturel.

Dans cet artifice d'illusion incomplète, qui dépend de l'intervention d'un artiste, réside l'intérêt des arts plastiques, avec leur puissance sur nos regards, leur prestige et leurs difficultés.

Maintenant, au lieu de nous occuper d'un seul point extérieur, considérons une série indéfinie de points A, B, C,... *(fig. 3)*. Ils formeront sur la rétine des images correspondantes α, β, γ,...

L'ensemble des perceptions subies par l'œil dans une position donnée, formera sur le fond du globe une image retournée, pareille à celles de la chambre obscure; ce sont les éléments de cette image lumineuse intérieure qui agissent sur les nerfs optiques pour produire la sensation visuelle.

L'œil est impressionné, non pas par un seul point extérieur M., mais par un ensemble de points constituant l'aspect des choses extérieures qu'embrasse l'œil dans un seul regard.

Les rayons émanés des objets regardés pénètrent dans l'œil sous la forme de faisceaux dont les axes convergent vers un point O, qui correspond à ce qu'on appelle le *point de vue*, par rapport au spectacle embrassé par le regard, et que les physiologistes nomment le *point nodal antérieur*, par rapport à la structure de l'œil. Les mouvements de l'œil se font dans un champ de 55° environ d'étendue, et se bornent à des mouvements de rotation autour de ce point, situé à environ 10 millimètres de la surface postérieure de la sclérotique, ou à 14 millimètres environ en arrière du sommet de la cornée. Il coïncide avec le centre de la surface postérieure de l'œil, supposée sphérique. Les six muscles moteurs forment trois paires, qui font tourner l'œil autour de trois axes passant par le point en question, et rendent possible la rotation de l'œil autour d'un axe quelconque.

Il existe une direction visuelle par rapport à la tête, nommée

direction *primaire*. L'œil doit faire un effort pour prendre une direction secondaire, et revient ensuite à la direction primaire.

Chacun des deux yeux a un méridien apparent vertical un peu différent.

Telle est la constitution de cet organe délicat. Revenons maintenant à son *fonctionnement*.

L'œil voit simultanément tout un ensemble de choses extérieures voisines du point M, vers lequel est dirigé le regard, mais il voit toutes ces choses plus ou moins vaguement. La rétine, sensible à l'action de tous les rayons A, B, C, etc., ne l'est pas à tous également. Elle offre dans le voisinage du nerf optique une dépression F, en manière d'entonnoir, nommée *fovea centralis;* c'est, de tous les points de la membrane rétinienne, celui qui subit l'impression la plus claire et la plus nette. Un individu qui n'aurait gardé la sensibilité de la rétine qu'en ce point, ne verrait plus dans l'espace que des points isolés, et les verrait très bien; celui qui aurait cette partie paralysée, n'aurait plus des choses extérieures qu'une vue trouble.

Or, si je joins les points F et O par une droite, on comprend que les points de l'espace dirigés suivant le prolongement extérieur de cette droite seront vus plus distinctement que les autres. La ligne F O est, physiologiquement, la ligne visuelle, celle suivant laquelle nous braquons nos regards vers les objets que nous voulons considérer.

Bien que le regard embrasse d'un coup d'œil tout ce qui se trouve dans son champ, nous l'arrêtons d'une manière précise et nous le centralisons sur un point déterminé. Pour voir un objet, nous sommes obligés d'en regarder successivement les diverses parties ou localités, et l'on peut constater les déplacements que fait l'œil, pour aller d'un côté à l'autre de l'objet considéré, d'une ligne à l'autre d'une page, d'une lettre à l'autre d'un mot.

La vision des objets se compose de multiples visions de points; elle s'opère par une multitude de mouvements oculaires très rapides, qui permettent à la rétine de percevoir et d'enregistrer, dans un temps très court, une collection d'impressions locales, dont l'ensemble forme la vision d'un objet [1].

Ces mouvements oculaires se font par saccades. L'œil ne peut

1. V. Bruck. *Principes scientifiques des Beaux-Arts.* — Helmohlz. *L'optique de la peinture.* — Docteur Tscherling. *La physiologie de l'œil,*

fixer un même point pendant un peu de temps, sans qu'il se forme des images secondaires; les yeux sont donc dans un mouvement perpétuel; ils fixent un point, font un mouvement, fixent un autre point, etc. Quand on lit, les yeux font quatre ou cinq mouvements par ligne ordinaire.

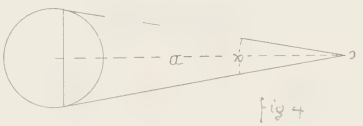
2. Grandeur de l'image. — Des objets vus dans l'espace, on peut considérer trois grandeurs :

La grandeur réelle,
La grandeur apparente,
La grandeur d'estimation.

Il n'est pas nécessaire de définir la grandeur *réelle*.

La grandeur *apparente* résulte du phénomène de la vision, et est relative à celui qui regarde; elle varie avec la distance de l'œil à l'objet.

En physiologie, on entend par *diamètre apparent* d'un objet l'angle α *(fig. 4)* que font entre elles deux droites menées des extrémités O de son diamètre réel à l'œil, ou, pour parler scientifiquement, à un point du cristallin placé près du pôle postérieur, et que nous avons fait connaître sous le nom de *point nodal antérieur*. Le diamètre réel dont il s'agit est celui de la ligne de tangence de l'objet sur le cône formé par les rayons visuels enveloppant l'objet.



De l'angle α, dépend la grandeur du diamètre de l'image correspondante faite sur la rétine.

La grandeur apparente d'un objet déterminé, placé à la distance D de l'œil, est donc une chose bien fixe, correspondant à la valeur de l'angle α.

La grandeur réelle de l'objet que nous voyons à distance, nous ne pouvons la mesurer; néanmoins, nous ne manquons jamais de porter un jugement sur sa grandeur réelle; ce jugement établit sa grandeur *d'estimation*.

Cette grandeur d'estimation résulte, dans notre pensée, de la grandeur apparente rapportée à la distance. Nous avons une connaissance plus ou moins exacte, ou du moins nous nous faisons une idée de la distance; nous lisons dans l'espace la grandeur de l'angle α, et nous en déduisons la grandeur réelle par mesure géométrique

mentale. En cela, nous sommes aidés par l'expérience et par les points de comparaison que nous pouvons trouver dans le voisinage de l'objet considéré.

Quand l'objet se trouve à une distance en quelque sorte infinie, comme le sont les astres, nous sommes absolument incapables d'estimer leur grandeur réelle. Néanmoins, nous ne pouvons nous défendre de le tenter, à cause de l'habitude que nous avons d'apprécier la grandeur de tous les autres objets. Ainsi la plupart des personnes se font une idée de la grandeur de la lune; idée plus ou moins juste ou fausse, ordinairement exagérée. L'un voit la lune grande comme un fromage de Hollande, un autre, grande comme une soucoupe, un troisième, comme une pièce de cinq francs.

Cela vient de ce que chaque personne rapporte la grandeur apparente à une distance finie, par exemple, à la distance de l'horizon terrestre au-dessus duquel l'astre apparaît, ou à la distance de la vision distincte de son propre regard. Toujours, nous sommes instinctivement tentés d'apprécier la grosseur de la lune comme on le ferait d'un objet appartenant à notre atmosphère, et à la rapprocher de nous par la pensée; de là les jugements erronés qu'on se fait généralement sur la grandeur apparente. Il n'est guère de personne qui ne s'étonnerait d'apprendre, que la lune n'occupe pas même dans le champ céleste une étendue de deux degrés.

Pour les objets terrestres, l'appréciation est plus sérieuse, quoique encore sujette à beaucoup d'erreurs; elle repose sur un raisonnement inconscient, mais complexe.

Un forestier exercé évalue avec une certaine sûreté, en pieds et en pouces, le diamètre d'un arbre qu'il voit à distance : c'est que sans effort, il estime la distance que l'expérience lui permet de mesurer de l'œil.

Mais les personnes ordinaires, appréciant la grandeur estimative d'après la grandeur apparente, sont sujettes à de fortes erreurs. Placez un chapeau haut de forme sur une table, contre un mur, en présence d'une personne attentive à sa hauteur; retirez-le ensuite, et priez la personne de marquer la dimension, à la main, sur le mur; presque toujours, elle mettra la main trop haut d'un tiers.

Des gens perchés sur une tour nous paraissent grands comme des corbeaux; du haut de la tour Eiffel les passants paraissent petits comme des fourmis.

Serrons de plus près la cause de l'erreur.

Envisageons une grandeur g (v. fig 5), vue à une distance O C

ou *d*, et la même grandeur, vue à une distance moitié moindre. La grandeur apparente, dans les deux cas, ne varie pas exactement en raison inverse de la distance; car les grandeurs sont proportionnelles aux *tangentes* des angles α et β, et non à ces angles eux-mêmes; toutefois, pour des angles relativement petits, la différence des deux proportions n'est pas sensible.

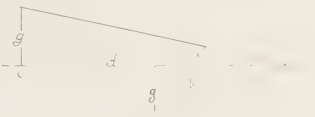


Fig. 5.

Mais il y a une autre cause d'erreur : c'est qu'*en perspective*, la profondeur O C, qui, en réalité, est double de l'autre profondeur, paraît beaucoup moindre que le double; donc, la distance de vision correspondant à l'angle α semble notablement moindre que le double de celle correspondant à l'angle β. Nous sommes donc enclins à juger l'objet moins grand qu'il ne l'est en réalité, quand nous le voyons dans sa position la plus éloignée.

D'ailleurs, la petitesse de l'image rétinienne d'un objet éloigné domine notre esprit; ce qui nous rend plus difficile de corriger l'illusion. Aussi, sommes-nous constamment trompés dans le paysage.

Trois heures avant d'arriver aux grandes pyramides d'Égypte, le piéton harassé se réjouit de toucher au terme de sa course; mais à partir de ce moment le tombeau de Chéops commence à reculer, à reculer sans cesse.

Un touriste cheminant vers une chaîne de montagnes, les voit s'élever à pic au-dessus de l'horizon, serrées les unes contre les autres. Quand il croit arriver à leur pied, il découvre une vallée qui le sépare de la première des rampes par laquelle il pourra les atteindre, et il voit la seconde se reculer derrière de nouvelles étendues.

3. Appréciation de la direction. — L'appréciation de la direction dans laquelle se trouve un objet, se fait aussi bien ou mieux avec un œil qu'avec les deux yeux. La supériorité de la vision binoculaire apparaît seulement pour l'appréciation de la distance.

Nous voyons les objets dans la direction où ils se trouvent réellement. Cela est vrai pour un point, pas pour un ensemble. Supposons qu'on fixe un point A, et qu'on veuille ensuite fixer un autre point, B. Tant qu'on fixe A, B est en vision indirecte, vague; la distance entre les deux images nous permet d'apprécier le de-

gré d'innervation (effort des muscles ressenti par les nerfs) nécessaire pour porter le regard vers B. En général, cette appréciation est assez exacte, de sorte que nous portons le regard vers B sans tâtonnement; le déplacement se fait par saccades rapides. L'appréciation est très exacte parce qu'elle est tout le temps corrigée par les résultats obtenus.

Dans la vision binoculaire, les impressions de deux images sont projetées vers le même endroit, même quand les deux yeux ne fixent pas le même objet, comme le montre la vue de personnes qui louchent. Soit A, un point fixé par les deux yeux, et B, un objet plus rapproché. Si l'on ferme l'œil droit, le point B est un peu à droite de A, soit à 5°; si l'on ferme l'œil gauche, il est vu 5° à gauche; en ouvrant les deux yeux, on voit A à sa place, et en B, on voit deux images, l'une à 5° à droite, l'autre à 5° à gauche. On voit donc B en images croisées. Il s'ensuit que les indications justes que nous donnent les yeux donnent lieu à une interprétation fausse, car il est évident que, si nous voyons double, il y a au moins une image inexacte. Quand on ferme un œil, une des deux images disparaît, l'autre reste à sa place. Le jugement faux doit donc persister aussi dans ce cas au moins pour l'un des yeux. La vue de personnes normales ne devient donc pas nécessairement pareille à celle des borgnes, quand elles ferment un œil. Le phénomène de la *dilopie* physiologique tient à ce que nous ne nous rendons pas compte de la position de nos deux yeux, et que nous rapportons nos impressions à un centre unique.

Ainsi donc, quand nous regardons un objet extérieur, nous en voyons une partie simple, et le reste double. Mais il n'en résulte pas, comme on pourrait le croire, une réelle confusion; c'est tellement vrai, que la plupart des personnes n'ont jamais remarqué qu'elles voient des images doubles, avant d'avoir fait l'expérience que nous venons d'indiquer. Cela vient de la mobilité extrême du regard, qui ne reste, en général, pas assez longtemps fixé au même point, pour que les images doubles soient sensibles [1].

4. Appréciation de la distance. — Nous pouvons apprécier l'éloignement des objets dans la profondeur de l'espace par deux moyens principaux :

1° Par leur grandeur apparente, comparée à la grandeur réelle, quand nous connaissons celle-ci,

1. V. Dr Tscherling. *La Physiologie de l'œil.*

2° Par leur position relative rapportée à des lignes fuyantes sur le terrain.

Ces appréciations, à leur tour, sont sujettes à des erreurs, que l'expérience seule nous rend capables de rectifier, erreurs qui sont notables pour des objets fort éloignés.

En effet, comme nous venons de le voir, les grandeurs apparentes ne varient pas proportionnellement avec les distances, ce qui nous trompe sur les grandeurs estimatives.

En outre, une série de profondeurs égales se succédant dans les lointains, subissent par la perspective une réduction progressive et trompeuse. Il faut un œil exercé pour mesurer la troisième dimension dans l'espace.

Mais nous avons à notre disposition des moyens d'évaluer avec une assez grande précision les distances dans notre voisinage. Le principal est la vision combinée de nos deux yeux, la *vision binoculaire*.

Pour en comprendre le mécanisme assez complexe, il faut d'abord supposer les deux yeux immobiles; devant eux, est l'équivalent d'un tableau, sur lequel les objets regardés seraient construits deux fois en perspective : d'abord, tels qu'ils sont vus par l'œil droit, ensuite tels qu'ils sont vus par l'œil gauche. Ce sont deux perspectives prises de deux points de vue différents.

Si nous tenions nos deux yeux immobiles braqués sur l'objet, et recevant leur double image, les deux images s'embrouilleraient dans la perception; nous verrions double. Nous pouvons nous rendre compte de cette vision double en plaçant un crayon à un pied de distance devant nous, et en nous attachant à regarder l'objet en dirigeant nos yeux devant nous. Quand nous fixons les deux yeux sur cet objet sans étendue, nous le voyons nettement; mais ce qui est au delà se voit trouble, ce qui est en deçà se voit double. Comment se fait-il qu'en réalité, nous voyons réellement les choses? C'est que, sans nous en rendre compte, nous avons l'habitude de déplacer les yeux rapidement, et de les diriger successivement vers tous les points de l'objet, pour faire arriver presque tous ces points dans notre champ de vision précise. Nous braquons nos axes optiques combinés, en les arrêtant à la fois tous deux sur tous ces points, sur chacun l'un après l'autre, ne pouvant voir nettement qu'un point à la fois; nous en retenons quelque temps l'image, grâce à la persistance de l'impression rétinienne, absolument comme le spectateur du cinématographe retient l'im-

pression de chaque image d'un film, pendant l'intervalle entre cette image et la suivante.

Chose curieuse, nous ne remarquons pas, nous l'avons dit, les images doubles qui se produisent en masse, mais qui sont passagères et n'atteignent pas simultanément la *cavea centralis*, et nous retenons conscience des images simples, que nous collectionnons et rendons permanentes sur la rétine en fixant sur les divers points nos deux lignes de vision. Tel est le mécanisme de notre vision distincte.

Mais il se passe, toujours à notre insu, un autre phénomène, plus complexe. Ces images simples, les bonnes, qui sont les seules efficacement perçues, nous ne les voyons pas comme des images *planes*. De l'ensemble de nos impressions, nous nous formons, comme l'explique M. Helmolhz [1], quelque chose de nouveau, une conception étendue à trois dimensions, une image concrète, matérielle. C'est ce que nous expliquerons; mais auparavant examinons de plus près les mouvements oculaires.

Lorsqu'après avoir regardé un objet, on porte le regard sur un autre situé à la même distance, mais dans une autre direction, les deux yeux font des mouvements *associés*. Si le regard est porté d'un objet à un autre, à une distance différente dans le même plan *médian*, il y a mouvement de *convergence*. Si enfin, les deux objets se trouvent dans des directions et à des distances différentes, il y a combinaison de deux genres de mouvement. L'organisme répugne à d'autres efforts d'innervation que ceux qui produisent les mouvements en question.

5. Accommodation et adaptation de la vue. — Pour viser un objet avec un œil, il nous faut faire un effort *d'accommodation* de la pupille. Le physiologiste explique par quel mécanisme musculaire le cristallin modifie sa forme, de manière à faire correspondre la distance focale de la lentille de notre œil, avec la distance où il se trouve de la rétine. Par l'effort nécessaire, qui nous est forcément sensible, nous avons inconsciemment une idée de l'éloignement de l'objet.

Pour viser un objet avec les deux yeux, il nous faut faire un autre effort, très complexe à étudier, mais simple à produire, celui de l'*adaptation de l'angle visuel*, dont nous mesurons inconsciemment l'amplitude. Examinons en détail ces deux actes.

1. *Ouvr. cité.*

Accommodation. — Pour que l'image soit perçue nettement, il faut qu'elle se forme sur la rétine, que le foyer conjugué de l'objet tombe sur la membrane sensible, que la distance locale propre à l'éloignement de l'objet corresponde à la profondeur de l'œil.

Pour qu'il en soit ainsi en présence des profondeurs les plus diverses de l'espace, notre œil doit jouir de la merveilleuse faculté que nous venons d'indiquer; celle de se modifier constamment, de manière que le cristallin ait des puissances de réfraction variables.

Comment cet organe se prête-t-il à des changements perpétuels de pouvoir de réfraction? C'est par son extraordinaire docilité musculaire et sa remarquable élasticité. Il obéit à la commande des muscles qui le compriment et le dépriment, pour changer constamment la courbure de sa lentille.

On a démontré par des expériences, que le jeu des muscles agit sur la face postérieure de cette lentille du cristallin, pour faire varier sa convexité. Il suffit, pour s'en assurer, d'examiner les effets produits par une bougie placée dans la proximité de l'œil d'une personne qui regarde alternativement tout près et tout au loin. L'image de la flamme réfléchie sur la face concave du cristallin se modifie visiblement sans que la bougie se déplace. Or, nous avons conscience de cet acte d'innervation, et il nous rend sensible la distance des points, le relief des objets.

D'ailleurs, l'effort d'accommodation n'est qu'un moyen très faible d'apprécier la distance. Celle-ci nous est indiquée, grâce à un jugement inconscient, par une série de circonstances : la connaissance de la nature des objets et de leur grandeur réelle, les occultations réciproques, les ombres portées, les jeux de perspective aérienne, l'observation de la *parallaxe* à l'aide du déplacement de la tête, etc.

Fig. 6.

Expliquons ce dernier point : Je regarde un objet placé en C, derrière lequel s'en trouve un autre, O. Je vise C suivant le rayon visuel A*a*; je porte ensuite la tête à droite, et de B, je vise le même point suivant B*b*. L'objet O, que je croyais d'abord à gauche, se trouve maintenant à droite de C; par là, je juge que O est derrière C.

Mais l'indication la plus importante, quant à la distance de l'objet, est fournie par le degré de convergence qu'il faut réaliser pour viser binoculairement, c'est-à-dire l'adaptation.

Perspective du trait.

6. Adaptation binoculaire. — Pour que l'image se présente à nous avec tout son relief, nous avons besoin de la voir des deux yeux. Le phénomène précédent nous fait sentir le relief, cet autre le précise. Dans l'accommodation, le degré d'innervation nous renseigne sur la différence d'éloignement, mais non sur les distances absolues. Quand nous visons avec les deux yeux, deux rayons visuels sont dirigés sur l'objet; si celui-ci est rapproché, les deux lignes forment un angle α *(fig. 7)* relativement ouvert; s'il est éloigné, les deux axes optiques deviennent presque parallèles.

Or, pendant le déplacement qu'exécutent les globes des deux yeux l'un par rapport à l'autre, nous avons conscience de ce mouvement, et nous mesurons l'éloignement par l'angle de vision parcouru.

Quand on vise un objet éloigné, un objet plus proche apparaît en images doubles croisées; nous ne les remarquons pas, mais il en résulte que les parties en avant nous apparaissent plus vagues, et ce phénomène guide l'effort de convergence.

Remarquons d'ailleurs, que le moyen d'appréciation des distances, dans le mouvement angulaire des axes des yeux, devient inefficace à longues distances, pour la raison que l'ouverture de l'angle α, qui est loin de varier proportionnellement avec la distance, change peu quand il devient très aigu. Si un objet est porté successivement à des distances de 1, 2, 3, 4..., etc., mètres, les angles α diminuent d'abord rapidement, puis doucement.

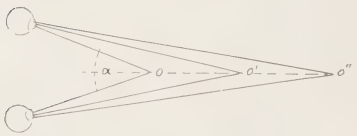


Fig. 7.

Donc, pour de grandes distances, le moyen précédent fait défaut.

C'est alors que nous reste la ressource d'évaluer les distances par d'autres moyens, tels que la grandeur apparente d'objets connus en grandeur réelle, la superposition et l'occultation des objets, la comparaison, etc.

Surtout intervient ici un nouvel élément précieux d'appréciation des distances, c'est celui qui est dû à la clarté, à la coloration, au ton des objets, variables avec la distance par l'interposition de l'atmosphère, en d'autres termes, à la dégradation des tons, qui fait l'objet de la perspective aérienne.

7. Mouvements oculaires. — Toutes les perceptions de nos yeux relatives à la forme plastique des objets ont leur origine dans les mouvements des yeux que nous venons d'expliquer. Ces mouvements, très actifs, constituent un mode de perception spécial, peu remarqué, et de grande importance.

On sait que les aveugles suppléent, dans une large mesure, à la privation de la vue, par le tact et la palpation des objets. Par une série de tâtonnements et d'attouchements multiples, ils enregistrent des sensations, qui, combinées dans leur pensée attentive, leur rendent sensibles les formes et le relief. Nos yeux agissent un peu de même vis-à-vis des formes plastiques. Par des tâtonnements sur les objets, ils accomplissent, comme les doigts des aveugles, des mouvements suggestifs de la forme; puis l'esprit, à l'aide de ces impressions, se fait une représentation des mouvements effectués par les yeux, les rapporte avec la forme, le relief des objets, et finalement, s'empare de la perception de cette forme.

Maintenant, nous sommes à même de distinguer deux espèces de visions.

a) La vision de l'œil immobile, qui perçoit à longue distance une image plane des objets quelconques, une image à deux dimensions, dans laquelle la troisième dimension est exprimée par des indications perçues d'emblée, et qui figurent sur le plan même de l'image à deux dimensions. C'est comme si l'on voyait une photographie en couleur d'un objet, d'un portrait, par exemple. L'image est vue d'un regard, et les traits en relief s'accusent par le jeu des ombres et des lumières, et autres effets de perspective aérienne.

Cette vision-là, c'est celle à laquelle M. le professeur Hildebrand donne le nom de *vision lointaine* [1].

b) Mais il y a une seconde espèce de vision; c'est celle de l'œil en mouvement, ou plutôt des deux yeux en mouvement, qui manœuvrent pour prendre connaissance, par une sorte de palpation à petite distance, de la troisième dimension, moyennant d'en enregistrer à mesure toutes les perceptions successives. L'esprit les combine et se forme, d'après ces données, une idée de la forme en relief.

Tels sont les deux modes de vision.

Entre les deux : celui de l'image lointaine, et celui de l'image proche, il peut y en avoir une multitude d'autres, dans lesquelles

1. Hildebrand. *Le problème de la forme.* Paris. Bouillon.

la première et la seconde se mêlent en proportions quelconques. Elles ne nous donnent que des indications imparfaites, quoique intéressantes; telles sont celles du stéréoscope.

Nous avons distingué dans la perception oculaire, une vision et un mouvement.

Considérons maintenant un objet placé devant le spectateur, et analysons, d'après les remarques si pénétrantes de M. Hildebrand, le mécanisme du mouvement. Si l'objet est assez éloigné pour que les axes des deux yeux deviennent sensiblement parallèles, le spectateur percevra en un regard une image *totale*. Cette image n'aura, en quelque sorte, que deux dimensions; mais tout ce qui dans l'objet est saillant ou creux, avancé ou reculé, tout le modelé, sera plus ou moins perçu par des contrastes dans l'apparence plane, par des effets d'ombre, de lumière, etc.

Mais si le spectateur se rapproche de l'objet assez près, pour ne plus le bien voir tout entier sans devoir faire une série d'accommodations locales ou d'adaptations angulaires des yeux, alors, l'image d'ensemble, à laquelle avait suffi un regard, disparaît. Le spectateur ne peut maintenant plus prendre connaissance de l'objet que par une combinaison de mouvements de l'œil, grâce à une série d'accommodations et d'adaptations oculaires. Par ces opérations, il ne parviendra plus à voir l'ensemble de l'objet, mais il se formera une idée entière de la forme d'ensemble. Au lieu de l'apparence totale, il percevra par les mouvements oculaires une série d'impressions visuelles, qu'il collectionnera pour s'emparer des éléments de connaissance détaillée de la forme, et d'où il déduira la représentation de cette forme.

En s'approchant davantage de l'objet, il aura besoin d'un plus grand nombre de mouvements oculaires; l'image se morcellera de plus en plus en aspects partiels, en images séparées. A la limite, il ne verrait plus, à la fois, qu'une petite partie, un point de l'objet. Il possède la documentation complète pour se représenter la forme. Il acquiert ainsi la connaissance expérimentale de la position relative des points de l'objet dans l'espace; la vue étant devenue, en tâtonnant, la palpation de l'objet.

Ajoutons que l'image lointaine que donne la vision simple, comporte des indications de reliefs, lesquelles provoquent, dans notre esprit, des mouvements ou du moins des représentations de mouvements. L'image lointaine contient donc virtuellement, ou plutôt elle provoque des représentations de mouvements.

Si nous réagissons selon ces provocations, guidés par nos impressions visuelles, nous éprouvons déjà à cette simple vue lointaine un certain sentiment de relief. Nous nous promenons, en quelque sorte, dans l'image lointaine; celle-ci ne nous a pas fourni la représentation de la troisième dimension, mais des indications suffisantes pour que nous les déduisions grâce à notre expérience de la plastique. C'est ainsi que nous savons assez bien juger d'un bas-relief en le regardant à distance; mais pour l'analyser, il nous faut l'examiner en détail sous ses divers aspects.

Dans la vue proche, au contraire, nous traduisons inconsciemment les mouvements oculaires en représentations visuelles, en faisant abstraction des éléments indicatifs que peut comporter l'objet, comme la couleur, l'ombre, etc., et nous arrivons à nous faire une idée de l'ensemble de la forme plastique.

CHAPITRE II

PERSPECTIVE CENTRALE

1. Définitions. — 2. Perspective cavalière. — 3. Glace de Léonard de Vinci. — 4. Points de fuite. — 5. Horizon.

1. Définitions. — Les anciens ont défini la perspective : l'art de bien voir *(ars, bene videndi)*, de bien juger des objets dont la sensation nous arrive par la vue, de savoir démêler l'erreur de la vérité dans le phénomène de la vision; c'est ce que les Grecs appelaient l'*Optique*.

Pour les modernes, la perspective est l'art de reproduire les apparences des choses vues, de faire renaître les sensations éprouvées à l'aide d'images dessinées, peintes ou même modelées.

Cette évocation nouvelle est produite par *l'image*, et les règles de la perspective nous apprennent à construire l'*image perspective*.

Il s'agit donc d'établir l'équation entre la vision de l'objet et la vision de son image, et tout le problème gît, quant au principe, dans l'étude de la vision.

L'image rétinienne est un phénomène lumineux; l'image perspective est un artifice qui en reproduit l'apparence à l'aide de couleurs. Toutefois l'image peut ne rendre du modèle que l'éclat relatif des parties, ou les tons; alors on a une image monochrome.

Dans l'image perspective on peut distinguer des contours, et le tracé de ces contours est la base de la construction de l'image. Ces contours à eux seuls donnent déjà de l'objet reproduit une idée d'une certaine valeur et souvent une représentation suffisante pour l'esprit.

La base des arts plastiques et figuratifs est donc le dessin perspectif, et la perspective *linéaire*.

On n'a pas trouvé jusqu'ici le moyen de construire une image

unique produisant l'illusion et l'aspect d'un objet concret tel qu'il est perçu par la vision binoculaire. On est réduit, pour construire une image perspective, à faire l'hypothèse de l'observateur borgne. Le tracé se fait à partir d'un point de vue mathématique unique, et sur un tableau-plan. C'est l'objet de la perspective *centrale*. Nous allons d'abord nous occuper de la perspective *centrale linéaire*.

2. Perspective cavalière. — La vision met notre esprit en possession de la forme des objets. Cela étant, nous pouvons nous proposer deux problèmes, selon qu'il s'agit de *noter*, ou de *figurer* cette forme.

Il nous est souvent nécessaire de noter avec exactitude et précision la forme des objets, par une opération géométrique plutôt qu'artistique, utilitaire plutôt qu'esthétique.

Nous pouvons le faire par différents moyens, notamment à l'aide d'un système de *projections orthogonales*, c'est-à-dire de coordonnées rapportées à trois plans perpendiculaires entre eux et se correspondant comme trois faces adjacentes d'un cube. C'est l'objet des méthodes ordinaires de la *géométrie descriptive*.

Alors la représentation de la forme et de la position relative des objets exige trois figures distinctes, celle de la forme seule, deux figures. Cependant nous pouvons noter la forme exacte d'un objet à l'aide d'une seule figure, en recourant au procédé de la *perspective cavalière* ou *axonométrique*, qui est un autre système de projections : c'est une projection *oblique* sur un plan xy, (*fig. 8*), parallèle à l'une des directions principales.

La projection d'une droite perpendiculaire à ce plan s'appelle une fuyante. La direction des fuyantes est arbitraire et s'indique sur l'épure par une flèche. Le rapport entre la longueur de la perpendiculaire en projection et en réalité s'appelle *rapport de réduction*. On l'indique près de la flèche : soit un $1/2$.

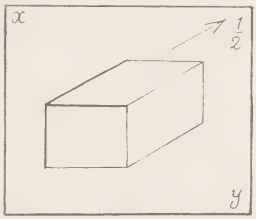


Fig. 8.

On appelle *ligne de front* une ligne parallèle au plan du tableau xy. Toute ligne de front en perspective est parallèle et égale à elle-même.

Une certaine réduction dans la proportion des fuyantes donne un effet satisfaisant comme aspect (1).

La perspective cavalière n'est pas une vraie perspective, elle ne

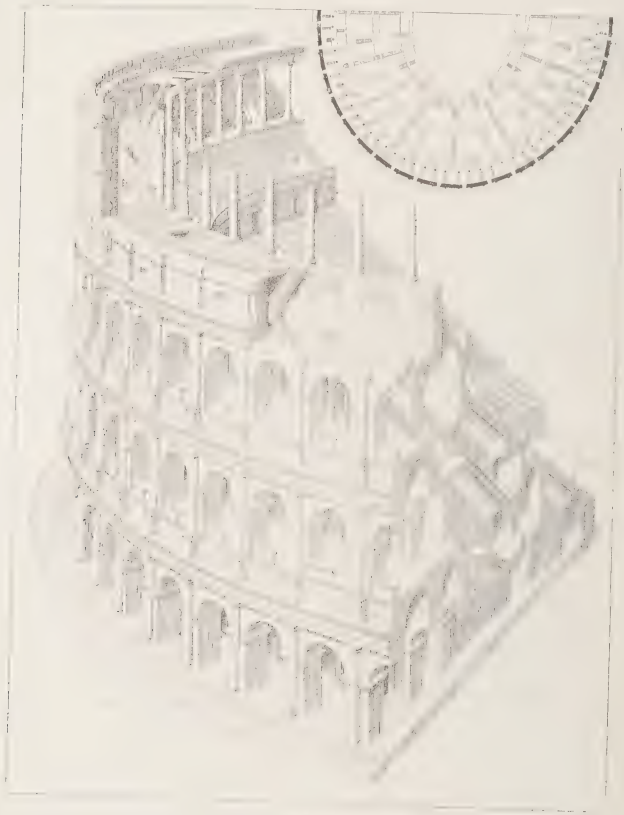


Fig. 9.

donne pas l'apparence exacte des objets; notamment elle ne représente pas la dégradation qui, dans la perspective vraie, fait apprécier leurs positions relatives. Cependant elle est loin d'être fan-

1. V. Breithoff. *Traité de perspective cavalière.*

taisiste; c'est une perspective exacte en ce sens que, d'après les règles convenues, elle permet d'indiquer les mesures dans trois directions.

Cette perspective permet de mieux noter la forme et l'agence-

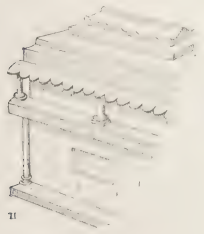


Fig. 10.

Fig. 11

ment des objets isolés, tels que des meubles, des assemblages, des pièces mécaniques, des morceaux d'architecture, etc. (1).

Elle est d'une pratique très aisée; nous avons pu l'expliquer en quelques lignes. Nous allons devoir y recourir pour l'exposé de la *perspective centrale*, qui est beaucoup plus complexe.

Celle-ci a pour but de donner par le dessin et la peinture une image de l'objet ressemblante au point de donner parfois l'illusion, et de faire croire à sa présence.

Elle consiste dans le tracé d'une image d'un objet, telle qu'elle se présente quand on observe cet objet d'un point déterminé.

Pour les explications que nous aurons à fournir des données de la perspective centrale, nous aurons abondamment recours à des croquis en perspective cavalière. C'est pourquoi nous avons parlé tout d'abord de celle-ci.

Nous ferons le plus souvent deux figures : l'une, en perspective cavalière, servira à indiquer sommairement l'allure des objets à reproduire, ainsi que les opérations à effectuer pour cela; l'autre, en perspective centrale, donnera le tracé exact et la solution du problème.

3. Glace de Léonard de Vinci. — Maintenant envisageons de nouveau le faisceau des rayons émanés de l'œil, ou plutôt du point O, nommé le point de vue. Considérons-les comme des rayons vi-

1. V. Pillet. *Traité de perspective.*

suels dirigés vers les objets vus. En réalité, dans le phénomène naturel, c'est l'inverse qui se produit, puisque chaque point de cet objet envoie vers l'œil des rayons, qui, grâce à la réfraction de la pupille, convergent en un point de la rétine. Les choses se passent comme si chaque point envoyait à l'œil son image, suivant une droite qui passe par le point O pour se rendre à la rétine. Pour la facilité du langage, nous allons faire usage d'une conception théorique, qui retourne le phénomène sans en modifier les conséquences. Nous nous exprimerons comme si, du point O, partaient des rayons se dirigeant vers les points de l'objet pour en percevoir la vision.

Fig. 12.

Si un rayon visuel O M rencontre une surface quelconque, on peut s'imaginer que l'on parvienne à marquer sur cette surface le point d'intersection tel que *a*, avec chacun des rayons, et à dessiner sur la surface les lignes de contours formés par la suite de tels points. On aura ainsi construit ce qu'on appelle *l'image perspective linéaire*.

Or cette conception, que nous nous sommes faite de manière abstraite, peut être faite de façon concrète de plusieurs manières.

1° Par la reproduction directe, de mémoire,

2° Par le moyen de la vitre de Léonard de Vinci,

3° Par les expériences physiques de la chambre noire et de la chambre claire.

1° Sans appareil d'aucune sorte, le dessinateur exercé peut établir l'image perspective. Après avoir fixé attentivement la nature, il conserve plus ou moins longtemps et plus ou moins complètement sur sa rétine l'apparence des objets perçus; portant ensuite ses regards sur le subjectile (papier, toile, etc.), il y marque les traces d'un faisceau visuel semblable à celui qui a produit l'image rétinienne.

Les choses semblent se passer, comme si la rétine était un miroir capable de réfléchir en sens inverse de leur direction les rayons qui l'ont frappé, de façon à faire apparaître l'image perspective sur un écran extérieur.

2° A défaut de cette habileté de l'œil à reproduire fidèlement ce

qu'il a vu, le dessinateur peut recourir aux méthodes de la perspective exacte et de la géométrie descriptive.

Il s'agit alors de déterminer l'intersection d'un système de lignes avec une surface déterminée, ordinairement plane, que nous supposons interposée entre l'œil et l'objet à reproduire, et qui constitue le *tableau*.

Léonard de Vinci a concrété cette surface, et a rendu tangible cette opération, en faisant envisager le tableau comme une glace transparente. Si le dessinateur, regardant l'objet à travers la glace, se tient immobile derrière elle, il peut à l'aide du pinceau ou du crayon rendre opaques les points de la glace capables de lui cacher ceux de l'objet, qu'il apercevait avant toute opération. Il marque ainsi les intersections de la surface du tableau transparent avec les rayons visuels joignant son œil aux points réels de l'objet considéré. En réunissant les points des contours, il réalise l'image linéaire.

Or cette opération supposée, on peut l'effectuer rigoureusement à l'aide de règles de la géométrie descriptive.

3° Nous nous occuperons ultérieurement de la chambre noire et de la chambre claire.

4. Points de fuite. — Nous avons vu, que les grandeurs apparentes des objets diminuent avec la distance; il en est de même de toutes dimensions, et, en particulier, de la distance qui sépare deux lignes parallèles. Deux lignes parallèles, vues dans l'espace, ont l'air de se rapprocher l'une de l'autre à mesure qu'elles s'éloignent de l'œil. Elles convergent vers un point, qui s'appelle *point de fuite*.

Une ligne horizontale, quand elle n'est pas dirigée perpendiculairement à la direction de l'œil, file vers l'horizon et tend à se confondre avec lui au point de fuite.

Ceci est un théorème de géométrie, mais c'est un fait que le plus ignorant peut constater, s'il a cheminé le long d'une avenue bordée d'arbres, droite et profonde. Les lignes qui joignent les pieds et les cimes des arbres de deux rangées régulièrement plantées s'en vont aboutir tout au loin vers un même point *(fig. 14 et 15)*. De même, dans ces artères monotones et kilométriques qui traversent nos grandes villes tracées au cordeau, voit-on les trottoirs, les cordons des façades et les corniches, des deux côtés, courir tout droit vers un même point de l'horizon *(fig. 13)*.

Les points de fuite dont nous parlons sont dits *horizontaux*. Pour les directions montantes il y a des points de fuite *aériens*, et pour les lignes parallèles plongeantes, des points de fuite *souterrains*. Ceux qui ne sont pas sur l'horizon sont souvent appelés *accidentels*.

Quant aux lignes perpendiculaires à la direction du regard, elles restent parallèles et droites, du moins dans le champ ordinaire du tableau.

Photo Neurdein.

Fig. 13.

5. L'horizon. — Nous venons de parler de l'*horizon*. Quel est le sens précis de ce terme, qui tient si grande place dans nos études? C'est un mot dont la signification varie, même dans les sciences positives. Si l'on pose la question qui précède à un astronome, il répondra peut-être que c'est le plan qui partage la terre en deux hémisphères. Un géographe dira que c'est le cercle qui borde la surface des mers; pour nous, c'est un plan horizontal qui passe par notre œil, ou, d'une manière plus précise, un plan passant par le point de vue théorique de la perspective, et qui est perpendi-

culaire à la ligne verticale, à la ligne du fil à plomb. Tel est du moins le *plan* de l'horizon.

Nous ne pouvons rien voir dans l'étendue de ce plan. Nous ne le percevons que par une ligne lointaine qui est sa limite à perte de vue; dans les paysages cette ligne forme la séparation entre le ciel et la mer ou entre le ciel et la plaine indéfinie, bien nivelée. L'horizon terrestre équivaut à peu près à celui de la mer, et

Photo Bergeret.

Fig. 11

l'on peut dire, par à peu près, que la *ligne d'horizon* marque la limite lointaine entre le ciel et la terre.

Or, voici qui devient paradoxal; rien de plus fixe en apparence, que cette ligne qui limite, tout au fond, un vaste paysage. Cependant, considérez un panorama naturel que vous apercevez d'une éminence, après être monté, par exemple, sur le flanc d'une montagne. C'est la mer à perte de vue, ou la ligne violette qui marque, à quelques lieues de distance, la cime des derniers arbres visibles. Continuez à monter, et vous verrez cette ligne s'élever avec vous dans l'espace.

Comment cette ligne fixe semble-t-elle s'élever avec vous? C'est que, l'horizon étant très lointain, tous les rayons visuels que l'œil dirige vers lui sont sensiblement horizontaux, quel que soit le ni-

Photo Feyrot.

Fig. 15.

veau de l'œil de l'observateur, et qu'ensuite celui-ci a l'impression d'avoir toujours l'horizon au niveau de son œil.

Cette ligne de l'horizon correspondante au plan de l'horizon, dont elle est la limite visible, est donc invariable par rapport à l'œil de l'observateur; elle le suit, elle l'accompagne toujours, c'est le seul élément fixe d'un point de vue à un autre. Aussi seront-ce no-

tre plan et notre ligne de comparaison et de repère, la surface et la ligne à partir desquelles nous compterons toutes les hauteurs par rapport à notre œil, à notre point de vue.

A la vérité, la ligne d'horizon, dans un vaste paysage que nous contemplons en nous tournant de tous côtés, est une ligne circulaire. Mais si nous regardons fixement devant nous, nous n'embrassons de cette ligne courbe, de cet arc de cercle d'énorme rayon, qu'une portion *a b (fig. 16)* minuscule, qui se confond avec sa corde; sur celle-ci il y aura, juste en face de nous, un *point central* C qui correspondra au rayon visuel dirigé devant nous.

Fig. 16.

Remarquons en passant que la ligne qui va de l'œil au point central, constitue en quelque sorte l'axe du faisceau des rayons visuels dirigés dans le champ restreint qu'embrasse un seul regard de l'œil supposé immobile. Cette ligne se confond avec *l'axe optique de l'œil*. Elle passe par le *point central* à l'horizon, et, dans l'œil, par le centre de la pupille ou par le *point nodal*, et encore par le foyer de la lentille oculaire, qui coïncide, au fond de la rétine, avec la *cavea centralis*.

Or, comme conséquence du théorème établi plus haut, toutes les lignes du paysage courant droit devant l'observateur, c'est-à-dire, parallèles à l'axe du regard, se dirigent en perspective vers le point central. Nous savons aussi que toutes les lignes horizontales parallèles entre elles convergent en un même point de l'horizon.

Ainsi, de la seule observation d'un paysage, nous avons déduit les règles élémentaires de la perspective.

CHAPITRE III

PRINCIPES DE LA PERSPECTIVE LINÉAIRE

1. Perspective du point. — 2. Perspective de la droite ; lignes de front. — 3. Droites parallèles ; point de fuite. — 4. Emploi des fuyantes. — 5. Points de distance. — 6. Réduction des points de distance. — 7. Points de fuite hors du tableau. — 8. Té perspectif. — 9. Té à branches fixes. — 10. Équerre de Guichard. — 11. Lignes de résection proportionnelle. — 12. Points de distance accidentels.

Pour fixer les tracés en perspective, nous allons recourir à la glace de Léonard de Vinci. Nous la supposerons placée dans un plan vertical T *(fig. 17)*, de manière que son bord inférieur C D coïncide avec un plan horizontal C D E F, que nous appellerons désormais le *plan géométral;* la glace A D constituera le *tableau;* celui-ci a pour base la ligne C D, appelée la *ligne de terre.*

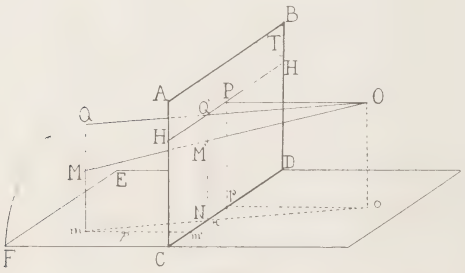


Fig. 17.

L'œil, supposé unique, est au point O, dénommé le *point de vue*, en face du point P, qui prend le nom de *point principal.* Il est à une distance D de ce point et à une hauteur H au-dessus du plan géométral.

1. Perspective du point. — Le premier problème qui se présente est la détermination de la perspective d'un point M quelconque dans l'espace. D'après ce que nous avons déjà établi, la perspective d'un point M, résulte de l'intersection du rayon visuel M O avec le tableau; — elle est en M'

Du point M abaissons une perpendiculaire M*m* sur le plan géométral (nous dirons désormais, pour abréger, le *géométral*). En *m*, est le pied de cette verticale, et la perspective de celui-ci se trouverait à l'intersection de *m* O et de M N [1].

Ainsi est établie théoriquement la perspective du point M; il s'agit, à présent, de la déterminer sur le tableau. Il faut remarquer que nous avons fait, pour nous expliquer, un dessin en perspective cavalière, nous servant de la perspective elle-même pour l'enseigner. Nous avons en effet tous, de la perspective, une certaine connaissance pratique que nous avons pour but ici de compléter et de préciser.

Ce qu'il nous faut, c'est l'image du point M, telle qu'elle se présente sur le tableau quand nous regardons celui-ci en face. Ce tableau A B C D est donc devant nous, avec le point principal P à une hauteur P*p* *(fig. 17)*, au-dessus du bord inférieur C D, égale à la hauteur du point de vue au-dessus du géométral (hauteur que nous pouvons fixer arbitrairement). La ligne horizontale H H se nomme la ligne d'horizon.

La position du point dans l'espace, rapporté à nos deux plans et au point de vue, peut être définie comme suit: le point est à gauche du plan vertical médian passant par le point de vue, et le point central; il s'en trouve éloigné d'une distance *p m'*, que nous appellerons le *recul*, *r* (recul à gauche); il est au-dessus du géométral à une *hauteur* M*m* ou *h*; il est en arrière du plan de tableau à une *profondeur* *p* égale à *m m'*. *(fig. 17)*.

(Notons que le point M pourrait être à droite du plan médian; il pourrait être aussi au-dessous du géométral).

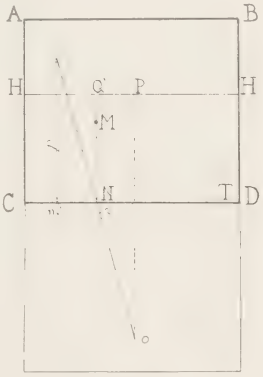


Fig. 18.

La position du point étant ainsi bien définie *(fig. 17)*, il s'agit de la représenter dans un tableau en perspective *(fig. 18)*.

Marquons dans celui-ci le recul *r* et la profondeur *m m'* en rabattement; *m'* est le pied de la verticale du point M. Menons *m o*, qui donne N correspondant au point N de la figure 17.

1. La ligne *m O* est omise sur la figure.

La perspective du point se trouve dans le tableau sur la verticale en N, en M, à une hauteur au-dessous de l'horizon qu'il est facile de déterminer. En effet, on a *(fig. 17)* $Q'M' = QM \times \frac{OQ'}{OQ}$, expression dont on connaît tous les termes, savoir $QM = H - h$, $QO = D + p$, $OQ' = D$.

Maintenant, que nous savons déterminer la perspective d'un point quelconque, nous pouvons en déterminer tant que nous voudrons; nous pouvons donc aussi tracer la perspective d'une droite passant par deux points quelconques, et par suite la perspective de toutes les droites. Nous sommes donc en mesure de faire tous les tracés rectilignes.

Nous pourrions, à la rigueur, terminer ici le chapitre de la perspective des figures rectilignes; notre théorie serait singulièrement abrégée, mais la pratique en serait d'autant plus complexe et plus longue. Mais nous allons déduire de la théorie quelques théorèmes qui nous conduiront à des méthodes très simples.

2. Perspective de la droite. — *L'image perspective d'une ligne droite est une ligne droite réunissant les perspectives de deux points de cette droite.*

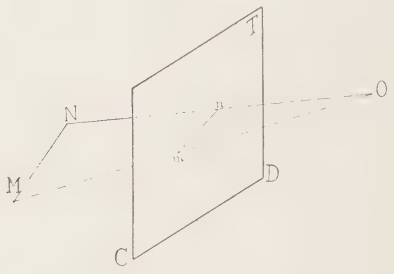


Fig. 19.

En effet, tous les rayons visuels allant du point de vue O *(fig. 19)* aux différents points de la droite M N sont dans un plan M N O, qui coupe le tableau suivant la ligne *mn*, les points *m n* étant les perspectives de M et N.

Lignes de front. — On appelle lignes de front les lignes parallèles au tableau; elles sont dans des plans de front, eux-mêmes parallèles au tableau. Une droite de front et sa perspective sont parallèles, cela va de soi.

L'angle de deux droites de front ne varie pas dans leur image perspective, c'est encore évident.

Les longueurs de droites de front diminuent en perspective pro-

portionnellement à leur distance du point de vue. En effet, $\frac{a\,b}{a'\,b'} = \frac{O\,m}{O\,m'}$, $O\,m'\,m$ étant une perpendiculaire abaissée de O sur $a\,b$, $a'\,b'$ *(fig. 20)*.

3. Droites parallèles. Point de fuite. — *Deux droites parallèles contenues dans des plans de front sont parallèles en perspective.*

En effet, considérons *(fig. 21)* les plans visuels O A A', O B B', se coupant suivant la ligne O X, parallèle au plan de front; ils coupent le tableau suivant des lignes $a\,a'$, $b\,b'$, parallèles à O X, donc à A' A, B' B. Or, $a\,a'$, $b\,b'$ sont les perspectives des précédentes.

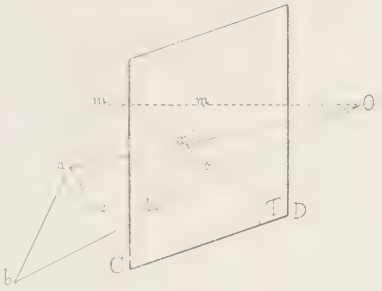


Fig. 20.

Plusieurs lignes parallèles convergent en perspective vers un point unique, quand elles ne sont pas parallèles au tableau. (Elles sont dites alors des *fuyantes*).

En effet, considérons *(fig. 22)* l'écart e entre les deux lignes; la perspective de la ligne e, marquant l'écart, est mesurée par la distance $é$, sur le tableau, des deux rayons visuels $O\,a$, $O\,b$. A mesure que les lignes parallèles s'éloignent du tableau, le rapport entre e et e' augmente comme le rapport entre $O\,a$, $O\,b$. Si l'on suit ces lignes jusqu'à l'infini, l'espace e' sur le tableau devient une quantité infiniment petite, tandis que l'espace e ne varie pas. Les perspectives de deux lignes convergent donc en un point, nommé *point de fuite*, ce que l'observation nous avait déjà permis de constater. On peut encore établir ce point de la manière suivante :

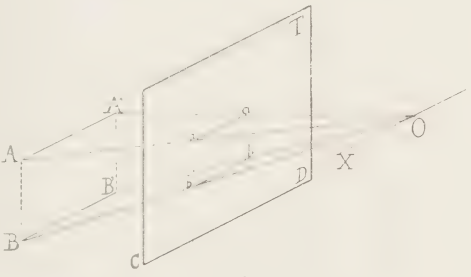


Fig. 21.

Considérons *(fig. 23)* plusieurs lignes parallèles entre elles $a\,b\,c$,

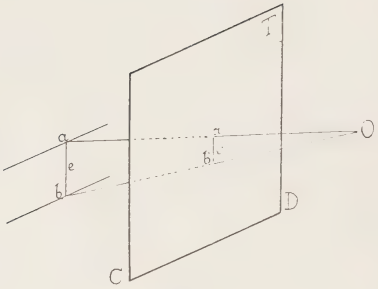


Fig. 22.

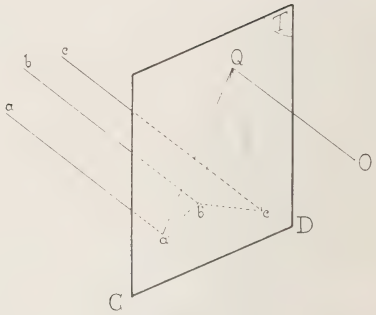


Fig. 23

Photo Bonfils.

Fig. 24.

mais non parallèles au tableau. Elles couperont le tableau en a' b' c'. Du point de vue O menons une parallèle à leur direction, qui coupe le tableau suivant en Q. Les plans O a a', O b b' O c c', coupent le tableau suivant des lignes a' Q, b' Q, c' Q, qui sont les perspectives de nos droites; or, elles aboutissent toutes au point Q du tableau, qui est leur point de fuite commun.

Rappelons que le point de fuite des lignes horizontales est sur l'horizon, et que le point principal est le point de fuite des lignes perpendiculairement au tableau. Ces dernières lignes s'appellent des *fuyantes principales*.

Les fuyantes principales jouent un rôle capital dans les tracés perspectifs.

Les lignes horizontales non parallèles au tableau ont leur point de fuite sur l'horizon.

Les autres directions des droites parallèles correspondent à des points de fuite accidentels; ils sont dits *aériens*, s'ils sont situés au-dessus de l'horizon, et *souterrains*, s'ils sont situés au-dessous.

4. Emploi des fuyantes. — Grâce aux remarques précédentes et à l'emploi des fuyantes, les tracés de perspective linéaire deviennent d'une grande simplicité. Ils peuvent se ramener à la construction de lignes faciles à établir.

Rappelons qu'un point est défini, si nous connaissons son recul à droite ou à gauche du plan vertical médian, sa profondeur derrière le tableau et sa hauteur au-dessus ou au-dessous du géométral.

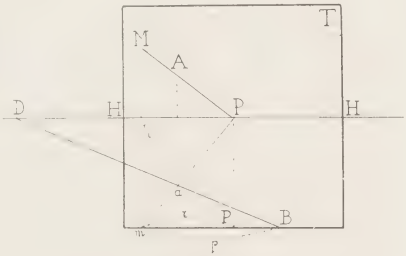


Fig. 25.

Proposons-nous, maintenant de mettre en perspective un point A dont nous connaissons le recul r, soit à gauche), la hauteur h au-dessus du géométral, et la profondeur p, soit derrière le tableau *(fig. 25)*.

A partir de P' sur la ligne de terre, marquons le recul r, en P' m. Sur la verticale en m, prenons à l'échelle la hauteur $m\,\mathrm{M} = h$

du point A au-dessus du géométral; M P est une fuyante principale.

Pour déterminer sur celle-ci la position du point lui-même, nous devons encore marquer en perspective, la profondeur du point derrière le tableau. C'est ce que nous allons apprendre à faire :

5. Points de distance. — Le point de vue O se trouve en face de P *(fig. 26)*, à une distance convenable pour la meilleure vision du tableau. Cette distance doit être telle, que l'œil, sans se mouvoir, embrasse facilement l'étendue du champ du tableau. Cette distance est ordinairement environ 2 fois la largeur du tableau; nous l'appellerons *d*.

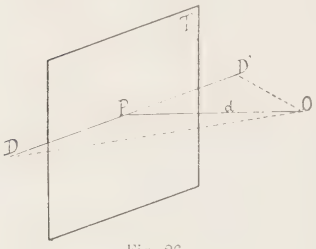


Fig. 26.

Dans le croquis ci-contre, en perspective cavalière, où T représente le tableau, portons cette distance *d*, en P D, P D', sur l'horizon, à droite et à gauche de P. Les points D et D' s'appelleront les deux points *de distance*.

Menons O D, O D', et remarquons que ces deux lignes forment avec le tableau des angles de 45°.

Les points D, D', étant sur l'horizon, sont des points de fuite de deux lignes ayant la direction susdite; ce sont donc les points de fuite de toutes les lignes horizontales, faisant un angle de 45° avec la ligne de l'horizon.

Revenons à présent à la figure précédente *(fig. 25)*. Portons-y d'abord P D, égale à la distance O P (ou *d*), de la figure 26. Prenons le long de la ligne de terre *m* B, égale à la profondeur *p* du point A derrière le tableau, et menons B D. En vertu de ce que nous venons de dire, le triangle B *a m*, représente la perspective d'un triangle rectangle isocèle ayant son sommet en *m*. Donc *m a* figure, en perspective, une profondeur égale à la longueur *m* B. Nous avons donc précisément en *a* le pied du point que nous voulions construire; le point lui-même est en A, sur la verticale en *a* et sur la fuyante principale M P.

Voilà donc une seconde manière de construire un point quelconque en perspective. C'est la méthode usuelle, dites des *points de distance*.

6. Réduction des points de distance. — De ce que nous avons

dit de la bonne distance de vision, il résulte que les points de distance, dont on fait très grand usage, tombent ordinairement loin des bords du tableau, souvent en dehors du papier, de la toile sur lesquels on dessine.

Or on peut les remplacer par d'autres qui soient à la portée du dessinateur.

Divisons la distance P D *(fig. 27)* en deux parties égales par le point $\frac{D}{2}$; nous aurons un point de distance correspondant à une distance réduite de moitié.

Considérons maintenant une fuyante principale *m* P, et cherchons sur celle-ci un point situé à une profondeur donnée *p*, que je porte en *m* B. J'aurai ce point en *a*, sur l'intersection de *m* B avec B D, qui fuit au point de distance. Mais remarquons que si je prends *m* B' $= \frac{p}{2}$, et que je joins B' au point $\frac{D}{2}$, la ligne passera par le même point *a*.

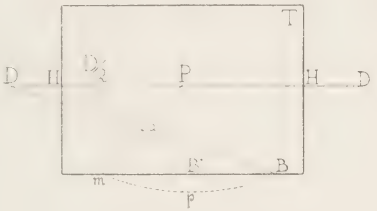


Fig. 27.

Donc je puis me servir du point de distance réduit $\frac{D}{2}$ moyennant de porter sur la ligne de terre la longueur *m* B' égale à la moitié de la profondeur donnée, pour joindre ensuite B' à $\frac{D}{2}$ par une ligne que donnera le point *a*.

On pourrait aussi bien réduire et la distance et la mesure *m* B' au 1/3, au 1/4, ou dans telles proportions qu'on voudra.

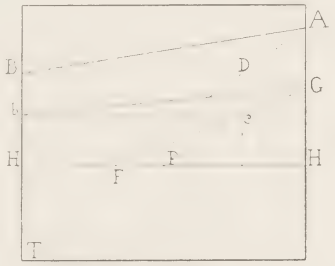


Fig. 28.

7. Points de fuite hors du tableau. — Les points de fuite accidentels peuvent tomber hors du tableau, et quelquefois si loin, qu'il serait malaisé de tracer les fuyantes par la méthode directe. Voici comment on peut suppléer à celle-ci :

Considérons en perspective une droite A B *(fig. 28)*, ayant son

point de fuite très éloigné. Par le point G nous voulons lui mener une parallèle qui, en perspective, fuie à ce point hors de portée.

Par B, menons une horizontale, et sur celle-ci prenons un point D quelconque, plus proche du point A. Joignons A D et prolongeons cette ligne jusqu'à l'horizon en F. (Il faudra prendre D assez rapproché de A, pour que A D coupe l'horizon en un point qui soit dans le tableau). Maintenant menons F G, qui coupe en *e* la verticale en D; de *e*, menons une horizontale *e b*, jusqu'à la verticale B; G *b* sera la ligne cherchée, c'est-à-dire la fuyante en G, parallèle, en perspective, à A B. Nous ne nous arrêterons pas à en faire la preuve géométrique, qui est fort simple.

Expédient pratique. — Cette méthode convient pour un dessin précis. Un dessinateur de paysage pourrait user d'un moyen plus expéditif.

Soit A B *(fig. 29)*; une ligne à laquelle il faut mener des parallèles. Sur les verticales A *a*, B *b*, prenons les symétriques des points A, B, soient A', B', et divisons en un nombre de parties égales (soit huit) A A', B B'; joignons les points de divisions correspondants. Nous aurons une série de lignes perspectivement parallèles à A B, que nous suivrons comme guides, pour tracer avec approximation les parallèles intermédiaires.

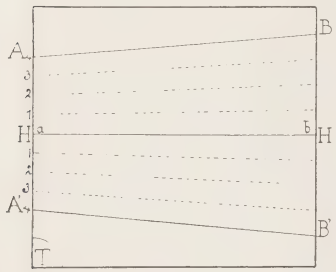


Fig. 29.

On pourrait opérer la division seulement sur les verticales.

8. Té perspectif. — On peut, dans le même but, faire usage d'un instrument spécial constituant un té à trois branches, dont deux forment un angle variable.

Considérons une droite F B *(fig. 30)*, dont le point de fuite F tombe hors du tableau. Par le point C, je me propose de tracer une droite concourant au point F.

D'un point A pris sur F B, je mène A I, perpendiculaire à A F. Le point A, sommet d'un triangle rectangle A I F, se trouve sur la circonférence dont le diamètre est F I. Prenons A' symétrique de A par rapport à F I; l'angle A I A' a pour mesure la moitié de l'arc

A F A'. Formons une règle à trois branches, l'une horizontale, les deux autres comprenant un angle α égal à A I A'; remarquons que I H est la bissectrice de l'angle α. Si la règle vient à occuper une autre position quelconque, tout en restant en contact par ses deux branches, avec les points A A', la queue I H prolongée passera toujours par F.

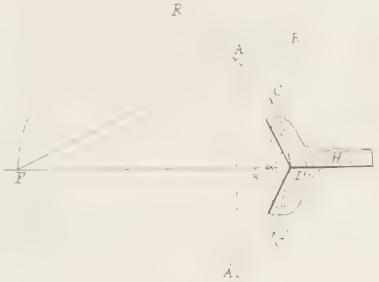


Fig. 30.

En effet, dans toute autre position du té, pourvu que deux de ses branches s'appuient sur A A', le point de croisement de ses branches tombera sur la circonférence, comme les sommets de tous les angles égaux soustendus par une même corde A A'. La troisième branche donnera la bissectrice de l'angle formé par les deux autres et passant nécessairement au point F, qui divise en deux parties égales l'arc A A'.

On pourra donc, avec ce té d'angle α, tracer à volonté des lignes concourantes au point de fuite F; et si l'on dispose d'un té à branches mobiles, on pourra faire varier l'angle α selon les cas.

9. Té à branches fixes. — Mais je puis prendre sur le cercle tout autre point que A avec son symétrique comme repères des branches du té. En effet, je puis faire, avec toute autre ligne convergeant en F, ce que j'ai fait pour A B. Je puis prendre notamment un point C (et C'), qui correspond à un angle α' d'un té à branches fixes quelconque. Il suffirait, pour opérer, de déterminer les points C C', où les lignes de ce té coupent le cercle.

Mais nous ne savons pas tracer le cercle, vu que F est hors de portée. Nous savons seulement que ce point est sur la direction I C, puisque la queue du té correspond à la ligne I H, passant par F. Mais si nous plaçons le té suivant F A, qui passe aussi par F, la même branche devra aussi passer par C, attendu que l'angle F A C est complémentaire de F I C; donc C est à l'intersection des deux lignes I C et A R, A R étant la seconde position prise par la branche du té (1).

1. V. Van Rysselberghe. *Cours de perspective.*

10. Equerre de Guichard. — M. Guichard a imaginé cet autre dispositif [1].

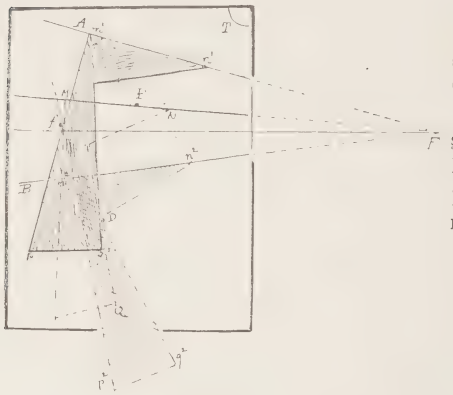


Fig. 31.

L'appareil *(fig. 31)* se compose d'une simple équerre offrant un angle droit à l'extérieur et à l'intérieur des deux branches, un angle quelconque, dont l'un des côtés passe par le sommet du premier.

Soient deux droites A et B, ayant un même point de fuite hors du tableau en F. Faisons coïncider le bord $m' n'$ de la branche supérieure de l'équerre avec la droite A, et traçons sur le papier les lignes $m' p'$, $m' q'$ correspondant aux bords interne et externe de sa branche inférieure. Transportons ensuite l'équerre de manière que le bord interne $m^2 n^2$, de sa branche supérieure, coïncide avec la ligne B, et traçons les lignes correspondant à ses deux bords, $m^2 p^2$, $m^2 p^2$; piquons des épingles aux points f et D où se coupent respectivement les lignes internes et externes. Ainsi les opérations sont préparées.

Voulons-nous tracer par un point P quelconque une fuyante vers F, il faudra faire glisser l'équerre de manière à maintenir le contact avec les épingles et à rencontrer le point P; elle viendra en M N Q; M N donnera la direction cherchée.

11. Ligne de résection proportionnelle. — Du point donné O *(fig. 32* en perspective cavalière), menons vers l'horizon une ligne O d^3 inclinée sur O P de telle manière, que P d^3 soit une fraction, par exemple 1/3 de P O; le point d^3 sera le point de fuite des lignes de cette direction.

Dans le tableau *(fig. 34)*, mettons en perspective une ligne par-

1. L'appareil est fabriqué par la maison Chapron-Coquelin, à Paris.

tant d'un point quelconque B et parallèle à cette même direction; elle fuira en d^3, P d^3 *(fig. 34)* étant égal à ⅓ O P de la figure 33. Considérons une fuyante principale C P; elle fera, avec B C et B d^3 un triangle semblable au triangle O P d^3 de la figure 32, que l'on voit rabattu dans la figure 33. C'est un triangle tel, que $\frac{\text{B Q}}{\text{B C}}$ *(fig. 34)* $= \frac{\text{P O}}{\text{P } d^3}$ *(fig. 33)*; il s'ensuit que B Q, en perspective, vaut trois fois B C.

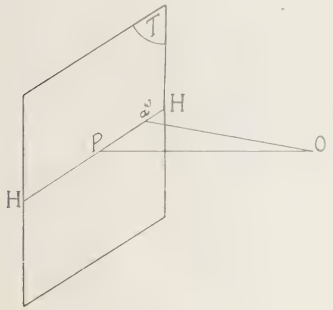


Fig. 32.

Fig. 33.

En généralisant, nous dirions que la distance principale étant P D *(fig. 35)*, nous prenons P $d^n = n$, égal à une fraction quel-

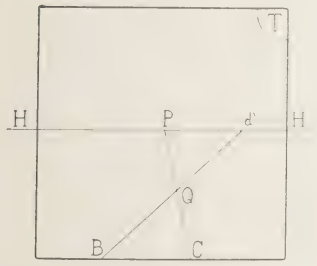


Fig. 34.

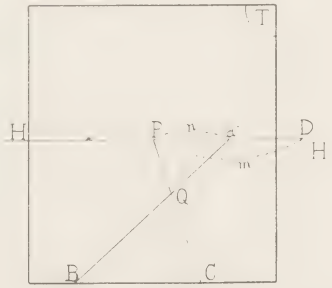


Fig. 35.

conque de la distance principale P D $= m$; toute ligne fuyant en d^n interceptera sur une ligne de front B C et sur une fuyante prin-

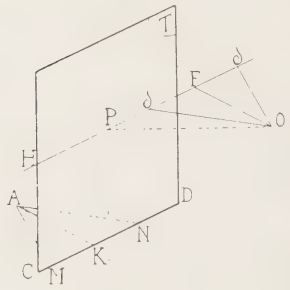
cipale CP, deux longueurs qui seront donc le rapport de m à n. On aura *(fig. 35)* $\frac{BC}{BO} = \frac{m}{n}$

12. Points de distance accidentels. — Considérons sur le géométral en perspective cavalière *(fig. 36)*, une ligne quelconque AK, qui coupe la ligne de terre CD. Prenons KM = KN = KA. Menons de O (point de vue) des parallèles à AK (OF), à AM (O δ), à AN (O δ'). Nous aurons en F, δ, δ', les points de fuite des lignes parallèles aux précédentes.

Mettons-les en perspective dans le tableau *(fig. 37)* en $\delta\,\delta'$. Les points M, N de la figure 36 viennent en m, n; $m\,\delta$, $n\,\delta'$ correspondant à MA, NA; KF, à KA, et l'on voit que les lignes $\delta\,a$, $\delta'\,a$ FK *(fig. 37)* interceptent sur CD des longueurs Km, Km égales à aK..

Ainsi, à un point de fuite accidentel F correspondent des points de distance particuliers δ, δ', qui permettent de déterminer des segments égaux sur les lignes de front et sur les fuyantes en F.

Fig. 36.



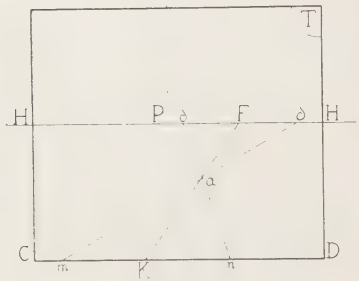


Fig. 37.

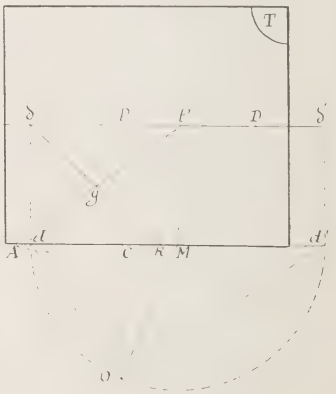


Fig. 38.

On pourrait aussi déterminer comme précédemment des distan-

ces δ_2, δ_3, $\delta\, n$, donnant des résections, non plus égales, mais fractionnelles, dans un rapport voulu.

Ce théorème permet de résoudre la question suivante.

Porter des longueurs déterminées sur une ligne quelconque du géométral en perspective.

Soit A F *(fig. 38)* la ligne quelconque. Prenons C M = P F, C O étant égal à la distance principale, O M est la direction de fuyantes comme A F. Prenons M d et M d' = O M; prenons F δ = M d, F δ' = M d'; δ et δ' sont les points de distance correspondant au point de fuite accidentel F. Une ligne telle que δ R sera une ligne d'égale résection, déterminant sur A F, en A g, une longueur égale à A R.

Telles sont les propriétés des points de distance *principaux* et *accidentels*, réduits ou non réduits.

Nous sommes à présent maîtres de tous les tracés de perspective rectiligne.

Nous pouvons considérer les tracés suivants comme des exercices d'application.

CHAPITRE IV

EMPLOI DU GÉOMÉTRAL

1. Emploi du géométral. — 2. Construction d'un point et d'une droite. — 3. Mise en perspective d'un angle droit. — 4. Représentation d'un plan en perspective. — 5. Détermination de l'inclinaison d'un plan connu en perspective. — 6. Intersection de deux plans obliques. — 7. Intersection d'une droite et d'un plan. — 8. Changement de géométral.

1. Emploi du géométral. — A l'avenir nous simplifierons généralement nos tracés, en rapportant les points de l'espace au plan géométral à l'aide de projections. Nous considérerons pour chaque point « son pied sur le géométral », c'est-à-dire le pied de la verticale qui passe par ce point. Ensuite, nous fixerons les hauteurs en les mesurant en grandeur réelle sur le tableau, et en les rapportant sur les verticales relevées à partir du géométral, à l'aide de fuyantes à l'horizon.

Nous allons donc nous occuper d'abord des tracés sur le géométral.

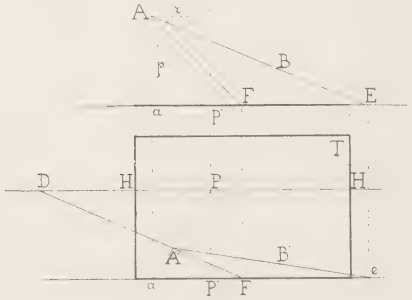


Fig. 39.

2. Construction d'un point et d'une droite sur le géométral. 1° *Un point.* — Il s'agit de marquer en perspective un point A du géométral, que nous marquons sur le géométral rabattu *(fig. 39, haute)*. Le point est à gauche du plan médian d'une quantité $a\,P' = r$, et en arrière du tableau de la profondeur, $a\,A = p$. Prenons sur P' E, $a\,F$ égal à p, menons A F, et remarquons que A F est une fuyante à 45°.

Opérons maintenant dans le tableau T. Portons-y le point a. Me-

nons la fuyante principale aP; mesurons aF = p; menons la fuyante à 45° FD; le point cherché est à son intersection en A' avec aP.

2° *Une ligne.* — Marquons la ligne dans le géométral rabattu, soit AB *(fig. 40, haute)*, prolongeons la ligne en E. Dans le tableau T, prenons P'e égal à P'E de la figure haute. Nous avons en e un point de la ligne en perspective. Déterminons le point A' comme précédemment. La ligne cherchée en perspective est eA'f.

Nous pouvons encore opérer à l'aide des points de fuite. Considérons, dans le géométral rabattu *(fig. 40, haute)*, la ligne donnée A B. Du point O, pied du point de vue, menons OF parallèle à AB. Prenons dans le tableau T, Pf égal, à P'F de la figure haute; f est le point de fuite des lignes de direction AB. Prolongeons *(fig. haute)*, AB en E et prenons dans le tableau eP' égal à P'E *(fig. haute)*; e est un point de la perspective de AB; f en est un autre; ef est la perspective cherchée.

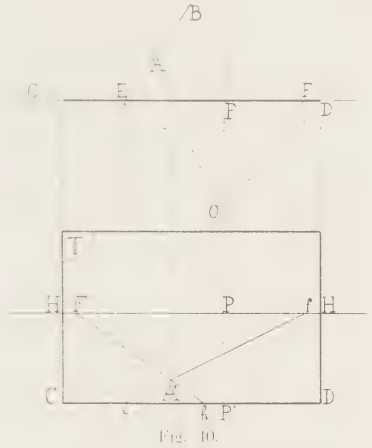


Fig. 40.

Nous pourrions construire de même, une autre ligne hF' et, par là, déterminer un point A, considéré comme l'intersection de deux droites. Cette méthode s'appelle la méthode des *doubles points de fuite.*

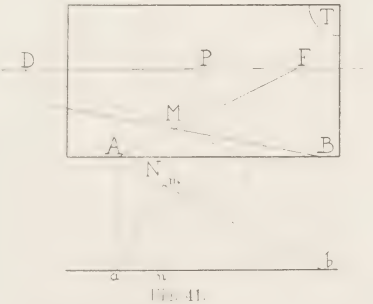


Fig. 41.

3. Mise en perspective d'un angle droit. — Etant donnée une droite AF en perspective *(fig. 41)*, proposons-nous de mener d'un de ses points M une perpendiculaire à cette droite.

Construisons la droite dans le géométral rabattu à l'aide de sa trace A sur la ligne de terre, et du point M (tableau), dont la position en *m*, sur le géométral rabattu, sera déterminée à l'aide du point de distance. Menons *m b* perpendiculaire à *a m*; projetons *b* en B; B M sera la ligne cherchée dans le tableau.

Ce tracé est l'opération primordiale dans toute perspective comportant des objets à angles droits qui ne se présentent pas de front, et c'est le cas général. Les tracés les plus fréquents se basent sur l'emploi de deux ou quelques points de fuite appartenant à des directions perpendiculaires l'une à l'autre.

L'opération peut encore se faire sans figure auxiliaire. Menons par M, P M B, fuyante principale; remarquons que A M B représente

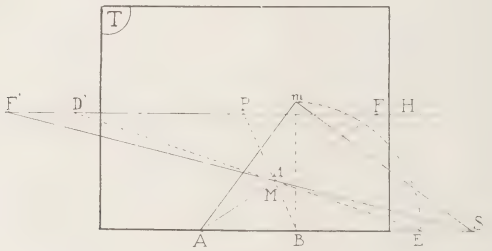


Fig. 42.

un triangle rectangle en B; relevons-le dans le tableau autour de A B. Le côté B M viendra en B *m*, et le point M en *m*, B *m* étant pris égal à B E, et B E étant la longueur M B construite à l'aide du point de distance. Joignons A *m*; menons *m* S perpendiculaire à A *m*. Si nous ramenons le triangle A B à sa position première, *m* revient en M; le point sur la ligne de terre reste invariable. Donc, la perpendiculaire cherchée est S M, et S M prolongée donne en F' le point de fuite des perpendiculaires à A F.

4. Représentation d'un plan en perspective. — Le plan est donné par sa trace M K *(fig. 43, haute)*, sur le géométral, que nous supposons rabattu autour de la ligne de terre, et par l'angle α qu'il fait avec le géométral. Menons par M un plan vertical perpendiculaire à M K, et rabattons-le autour de S M. Son intersection avec le plan donné sera une ligne M T telle, que l'angle T M R

$= \alpha$; T étant un point quelconque de l'intersection ou ligne de plus grande pente.

Opérons maintenant sur le tableau; il sera aisé de mettre en perspective le point M en m; de ramener S et K sur la ligne de terre et de mener la trace K m du plan donné, ainsi que la trace S m du plan vertical S M de la figure haute.

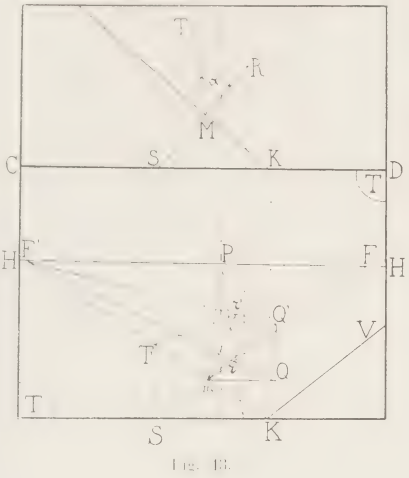


Fig. 43.

Nous pourrons trouver sur S m le point r, pied de la verticale T R; S r fuit en F; prenant S T' *(tableau)* = à T R *(figure haute)*, et menant la fuyante T F, nous aurons en r' la perspective du point T de la figure haute. Traçons en m une ligne de front, par r' une horizontale, F' r', parallèle à F' m, et par r une autre parallèle à F'm, qui coupe en Q la ligne de m Q; élevons la verticale Q Q; la ligne m Q' sera l'intersection du plan donné avec le plan de front; menons K V parallèle à m Q'; cette ligne sera la trace du plan sur le tableau.

Les deux lignes F' K et K V, qui représentent les traces du plan, respectivement sur le géométral et sur le tableau, constituent la représentation du plan en perspective.

5. Détermination de l'inclinaison d'un plan connu en perspective. — Ce problème est l'inverse du précédent. Par m *(fig. 44)*, menons dans le géométral $m\,n$ perpendiculaire à m K; c'est un problème que nous savons résoudre, à l'aide du géométral rabattu. Or, le plan vertical ayant pour trace $m\,n$ coupe le tableau suivant S Z.

Nous allons chercher l'intersection de ce dernier plan avec le plan F K V. Nous en avons un point en Q où se coupent leurs deux traces dans le tableau. Nous en avons un autre en m; l'intersection est Q m, qui représente la ligne de plus grande pente.

Prenons sur celle-ci un point T quelconque; la verticale en T a son pied en t. Nous pouvons construire le triangle mTt, pour déterminer l'angle α. Pour cela, nous construirons la ligne mt, sur le géométral rabattu, et nous trouverons d'autre part la grandeur de Tt, reportée dans le tableau par la fuyante PT en ER; ayant les deux côtés de l'angle droit du triangle, il sera aisé de le construire, pour déterminer l'inclinaison α.

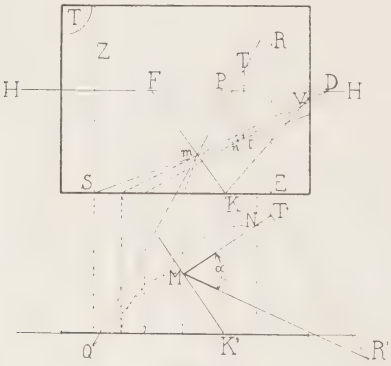


Fig. 44.

6. Intersection de deux plans obliques. — Considérons deux plans obliques; ils sont déterminés par leurs traces AB, CD *(fig. 45)* sur le géométral, et par les angles α et β sous lesquels ils coupent le tableau. Il s'agit de tracer leur intersection.

Nous en avons un premier point en O, où se coupent leurs traces sur le géométral. Pour en avoir un second, remarquons que les lignes AM, CN, qui sont leurs traces sur le tableau, se coupent au point Q, lequel est un second point de l'intersection. Donc celle-ci est la ligne OQ. Pour la connaître exactement, il faut encore déterminer son point de fuite. Or un plan vertical contenant cette ligne coupe le géométral en q, pied de la perpendiculaire abaissée de Q sur la ligne de terre; la ligne en question correspond donc verticalement à la ligne qf du géométral; donc le point de fuite est en F.

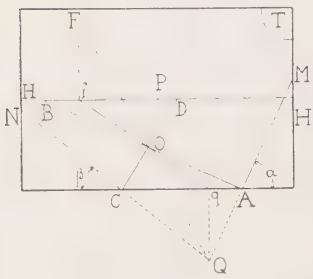


Fig. 45.

7. Intersection d'une droite et d'un plan. — Fixons la position du plan par ses traces BC et CM *(fig. 46)*, sur le géométral et sur

le tableau. Fixons la position d'un point A par son pied dans le géométral et sa hauteur $A\,a$. Fixons enfin la position d'une droite passant par ce point en donnant son point de fuite F. Prolongeons A F et $a\,f$, jusqu'en O, trace de la droite sur le géométral.

L'intersection avec le tableau du plan vertical contenant la droite est Q R; en R se coupent les traces des deux plans sur le tableau, R S est l'intersection des deux plans; K, l'intersection du plan B C M avec la droite A F.

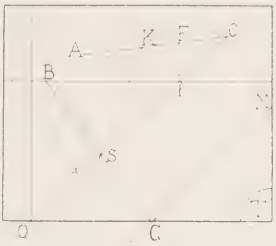


Fig. 46.

8. Changement de géométral

Nous avons précédemment opéré en prenant nos mesures horizontales dans le plan géométral.

Remarquons que la ligne de terre est prise à volonté et que, par suite, le plan géométral peut être considéré comme un plan horizontal quelconque. On suppose généralement qu'il coïncide avec le terrain: mais on peut prendre comme terrain idéal tout autre plan de niveau. Nous pouvons, par des tracés pareils aux précédents, établir les mêmes figures dans un autre plan horizontal.

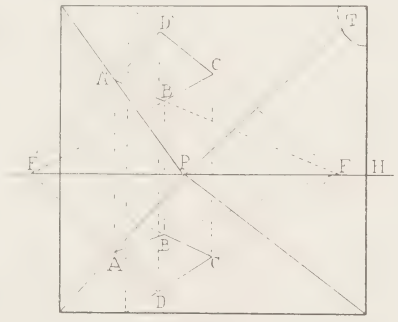


Fig. 47.

Nous pouvons de plus passer d'un plan géométral à un autre. Considérons, par exemple, le plan C D P *(fig. 47)* comme représentant le sol d'une salle; le plan C' D' P comme correspondant au plafond. On pourra imaginer sur le sol et sur le plafond des tracés pareils, qui se correspondent, tous les points homologues de l'un et de l'autre étant sur les mêmes verticales.

CHAPITRE V

MESURES EN PROFONDEUR

1. Dégradation linéaire. — 2. Échelles perspectives. — 3. Procédés expéditifs de mesurage en profondeur. — 4. Longueurs prises sur une ligne quelconque. — 5. Échelles convergentes.

1. Dégradation linéaire. — Les mesures, pour les vues perspectives, se prennent dans le tableau, suivant le sens horizontal et suivant le sens vertical, et se reportent à l'aide de fuyantes à la profondeur voulue.

On appelle *échelle fuyante*, ou échelle de profondeur, un ensemble de mesures prises à partir du tableau sur des fuyantes au même point. On se sert surtout de fuyantes principales, ou du moins de fuyantes à l'horizon.

Les mesures initiales sont graduées ordinairement sur deux bords du tableau, dans le sens horizontal et dans le sens vertical. Elles y sont prises soit à la grandeur réelle, soit à une échelle réduite.

La grandeur en image d'une figure vue de front dépend : 1° de sa grandeur absolue; 2° de sa profondeur à partir du tableau; 3° de l'éloignement du point de vue, c'est-à-dire de la distance principale. Cette grandeur peut être calculée.

Soit H la hauteur réelle d'un objet dans l'espace, h, la hauteur de son image dans le tableau perspectif, E son éloignement de l'œil du spectateur, et D la distance de l'œil au tableau, on aura :

$$\frac{h}{H} = \frac{D}{E}$$

Etant connus trois de ces termes, le quatrième peut s'en déduire.

Quand un artiste travaille devant la nature, son expérience et son habileté rendent inutile tout calcul de ce genre. Mais quand il compose, il est exposé à des erreurs notables. Or, cette dernière formule lui permettra de vérifier aisément l'exactitude des dégradations perspectives et de calculer rapidement (pour un point

de vue donné et par suite pour une distance D déterminée) : soit *h*, hauteur de l'image, d'après la hauteur réelle de l'objet et son éloignement; — soit H, hauteur de l'objet, d'après celle de son image, étant connu son éloignement; — soit E, c'est-à-dire son éloignement, l'objet étant connu en grandeur et son image étant fixée.

On appelle *dégradation linéaire* la diminution des dimensions de l'image dans l'éloignement.

2. Echelles perspectives. — Etant donné un point A à mettre en perspective, on établit la fuyante principale de son pied dans le géométral par la cote x, prise à l'échelle horizontale de front *(fig. 48)*; puis on reporte ce point en a' sur la fuyante C, à l'aide de la profondeur p et du point de distance D. Mesurant la hauteur y sur l'échelle verticale, on mène une fuyante qui donne A' et l'horizontale de front en A', qui donne A cherché [1].

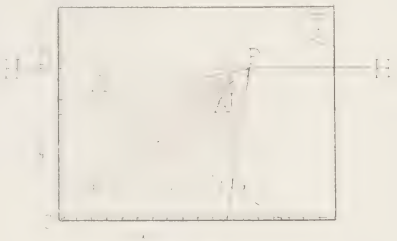


Fig. 48.

Il est important que les dessinateurs se pénètrent de l'importance que prend l'avant-plan dans la perspective. On est surpris de constater que si l'on prend à partir de la ligne de terre des bandes de front successives d'égale profondeur, elles décroissent en perspective avec une rapidité extraordinaire.

Ainsi, si l'on divise en deux zones égales l'espace entre la ligne de terre et l'horizon, la zone antérieure *(fig. 49)* correspondra à une profondeur égale à la distance du point de vue du tableau; une autre zone de même profondeur consécutive serait figurée par une bande égale au 1/6 de la distance entre C D et H H' ($1/2$-$1/3$); la sui-

Fig. 49.

1. Au lieu de A, à gauche, lisez A' sur la figure

vante correspondrait au douzième ($^1/_3$-$^1/_4$) de la bande; et ainsi de suite ($^1/_4$ -$^1/_5$) etc...

Il est aisé de comprendre que seules les rares lignes qui coïncident avec le tableau se présentent en perspective avec leur dimension réelle.

Dans un paysage, dans un portrait *grandeur nature*, tout est dessiné plus petit que nature. Comme les objets sont tous placés derrière le plan du tableau, toutes leurs parties, sauf de rares exceptions, subissent une certaine réduction. Une tête qui occuperait dans la toile une dimension égale à sa grandeur réelle serait vue plus grande que nature. Dans un tableau grandeur nature, les personnages lointains sont reproduits en dimension minuscule.

Qu'est-ce donc qu'une peinture grandeur nature? C'est une peinture dont les images sont tracées à partir du tableau à l'aide d'une échelle non réduite, de manière que toutes les dimensions, ramenées au tableau à l'aide de l'échelle fuyante, s'y marquent en vraie grandeur.

Le portrait est souvent peint grandeur nature; le paysage, ordinairement à une échelle réduite, dans le tableau du chevalet. La peinture de décor fait souvent usage de l'échelle nature, et la peinture monumentale se sert parfois d'une échelle plus grande que nature.

Quand le paysagiste travaille devant la nature, il embrasse souvent un tableau plus étendu que son papier ou sa toile. Alors, il opère plus ou moins consciemment une réduction de l'échelle.

3. Procédés expéditifs de mesurage en profondeur. — Nous avons vu comment, à l'aide des points de distance, on porte aisément les distances et les mesures voulues dans le sens de la profondeur du tableau.

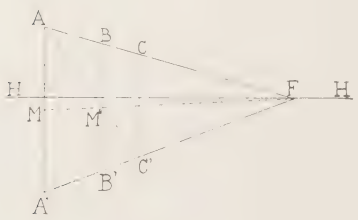


Fig. 50.

On peut user pour cela d'expédients qui abrègent encore le tracé. Exemples :

Divisions égales dans la profondeur d'un plan vertical fuyant. — Le tracé le plus expéditif est basé sur le prolongement de la diagonale d'un rectangle obtenu en partageant en

deux parties égales, dans le sens de la hauteur, le premier rectangle donnant la mesure initiale.

Soient A A', B B' *(fig. 50)* les axes verticaux des deux premiers objets formant la série fuyante. Prenons en M le milieu de A A'; menons M F, qui coupe B B' en M'; menons A M, jusqu'à C'; nous aurons en C'C un troisième axe, et ainsi de suite.

De cette manière, on pourra multiplier à l'infini, dans une direction fuyante, l'espacement, supposé établi en perspective pour la travée initiale, des arbres d'une allée, des colonnes d'un portique, des fenêtres d'une façade, etc...

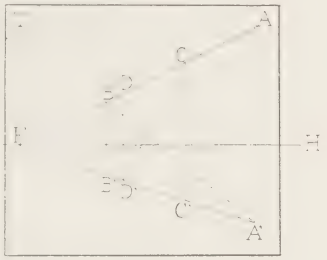


Fig. 51.

Considérez une façade A A', B B', fuyante *(fig. 51)*, dont on donne en perspective la longueur A B, divisée en trois parties avec ailes

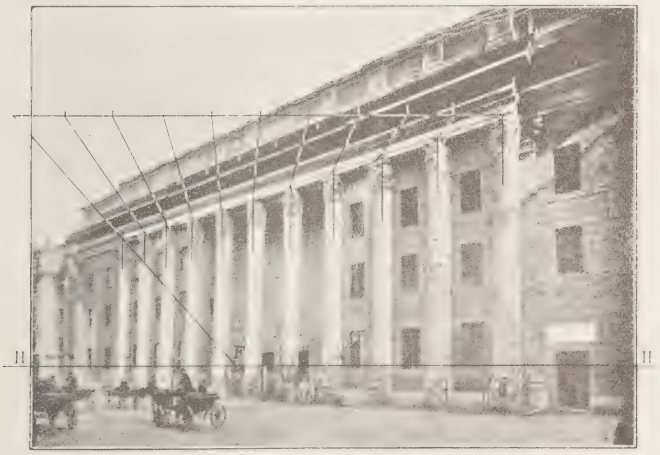


Fig. 52.

symétriques, ainsi que la largeur d'une des ailes A C. On tracera les autres de la manière suivante :

Le tracé des diagonales A B' B A' donnera le centre O de la façade. Menons C' C, C O D', D' D; nous obtiendrons les trois divisions, et l'on ne manquera pas de s'étonner, si l'on n'est pas familiarisé avec les effets de la perspective, combien l'aile de fond paraît petite, comparée à celle de l'avant-plan.

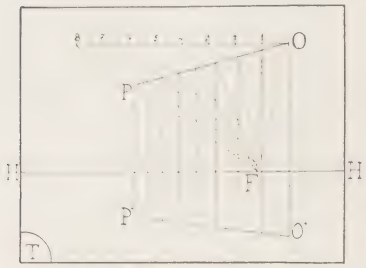


Fig. 53.

Proposons-nous maintenant de diviser un portique donné en largeur O P *(fig. 53)*, dans une perspective fuyante, en entrecolonnements égaux. Du point O, menons une horizontale sur laquelle nous porterons le nombre voulu de fois (soit huit fois) une largeur quelconque. Soit 8 le point extrême de la dernière division. Menons 8 P prolongée jusqu'à l'horizon et tirons vers le point de fuite F des

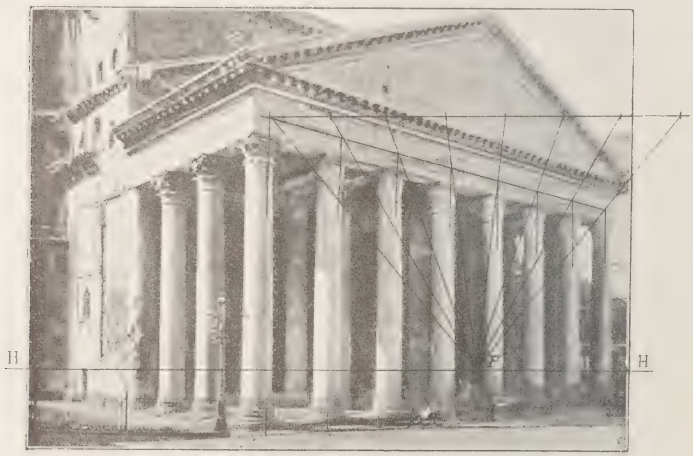


Fig. 54.

lignes convergentes par les autres points de division; elles intercepteront sur O P, des points correspondant aux axes des entrecolonnements cherchés.

Par une méthode analogue, que la figure indique, on marquerait aisément la position des échelons équidistants d'une échelle A B

Fig. 55. Photo Alinari

appuyée à un mur M *(fig. 56)*. On opérerait de même pour un escalier *(fig. 57)*.

4. Longueurs prises sur une ligne quelconque. — Il s'agit de marquer en perspective une longueur *l* sur une droite quelconque *a* F *(fig. 58)*, indiquée par sa trace *a* dans le géométral, et par son point de fuite accidentel F. Pour résoudre le problème, on a besoin de connaître la distance D du point de vue au point F.

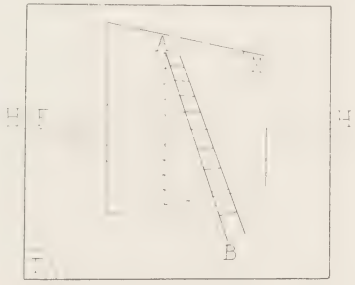


Fig. 56.

Or abaissons de F une verticale F *f* sur l'horizontale. Marquons le point de vue en O, sur le géométral rabattu; joignons O *f*; prenons

fE perpendiculaire à Of, et égale à Ff; OE sera la distance cherchée. On la porte en FK, sur l'horizontale menée du point F. Le point K va nous servir à résoudre le problème donné.

Fig. 57.

Je mène par P la fuyante principale, Pa a'; je prends de a en t' la longueur l, à porter sur la ligne aF; je mène par a une ligne de front et par t', une fuyante principale; elles se coupent en t; t a représente en perspective, la longueur l, réduite à la profondeur a' a. A présent, si je joins tK, cette ligne coupera aF en b, et b a représentera en perspective la longueur donnée l. En effet K est le point de fuite des lignes d'égale résection des directions a b, a t. C'est ce qui reste à démontrer.

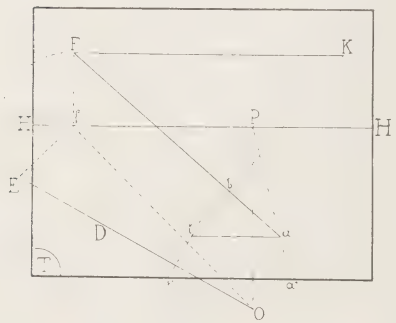


Fig. 58.

Considérons, en perspective cavalière, le tableau T (*fig. 59*), le point de vue O, la droite donnée AY. De A, menons la ligne de front AT égale à l. Construisons la perspective de AT, en a t. De O, menons une parallèle à AY; elle aboutira à F (le point de fuite donné). Prenons sur AY, AB égale à AT; joignons TB. Si de O, nous menons une parallèle à TB, cette ligne percera le tableau en K, point de fuite des lignes parallèles à TB, c'est-à-dire des lignes

d'égale résection sur les directions A B, A T. Or, les plans des triangles T A B, F O K, parallèles entre eux, coupent le tableau suivant deux lignes parallèles, T A, F K; donc F K est horizontale; donc le second triangle est isocèle comme le premier, et F K = O F. Donc le point K est le point de fuite des lignes d'égale résection deux lignes parallèles, T A, F K; donc $a\,b = a\,t = l$.

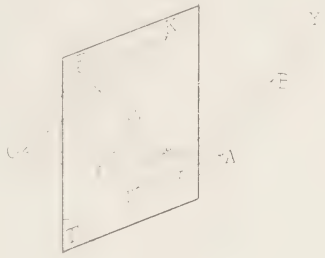


Fig. 59.

5. Echelles convergentes.

Considérons une ligne A quelconque en perspective *(fig. 60)*, l'horizon étant en H. Sur l'horizontale A C, de longueur quelconque, prenons le point M, milieu de A C, et menons la verticale M F.

Divisons maintenant A C en deux parties A E, E C dans le rapport quelconque $\frac{m}{n}$, et joignons F E, F C; ces deux lignes, parallèles en perspective, coupent la ligne A X en des points e et B, de manière que A e, e B, représentent les longueurs m, n, en perspective; N correspond au milieu de A B.

Remarquons d'ailleurs, que nous aurions pu supposer l'horizon à tout autre niveau que celui que nous avons choisi.

S'il s'agissait d'une autre ligne quelconque, telle que A B', elle serait partagée au point N', par M F, en deux parties égales, et par le point e' en parties proportionnelles à m et à n.

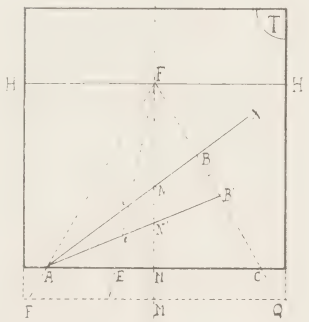


Fig. 60.

Enfin, une ligne quelconque P Q, parallèle à A C, serait coupée par les fuyantes F A, F E, F M, F C, en parties égales à celles qui sont interceptées sur A C.

Il résulte de ce qui précède un expédient des plus simples pour

déterminer sur une ligne quelconque comme A B, une série de points la divisant dans des parties proportionnelles à des longueurs données. Il consiste à dresser une échelle convergente.

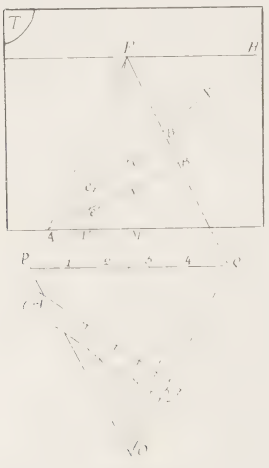


Fig. 61.

On prend en P Q *(fig. 61)*, une ligne horizontale de longueur quelconque, sur laquelle on porte les longueurs proportionnelles, P 1, — 1,2 — 2,3 — 3,4 — 4 Q. Par son milieu, on lui mène une perpendiculaire sur laquelle on prend le point O quelconque, d'où l'on tire des rayons vecteurs vers le point de division.

On peut, à l'aide de cette échelle convergente, porter en perspective sur la ligne A B des divisions proportionnelles à celles de l'échelle convergente.

Pour cela, on se sert d'une bandelette de papier, sur laquelle on marque les points extrêmes et le point milieu de la ligne A B, déterminé par les moyens connus. On place ensuite la bandelette sur l'échelle convergente de manière que le centre coïncide avec la ligne du milieu, et les extrémités, avec les rayons vecteurs extrêmes. On marque sur la bandelette, l'intersection de son bord, supposé bien droit, avec les différents rayons vecteurs; puis, reportant la bandelette sur la ligne A B, on y rapporte les divisions obtenues.

CHAPITRE VI

TRACÉ DES FIGURES PLANES

1. Marche à suivre. — 2. Le carré de front. — 3. Le triangle. — 4. Le carré posé de travers. — 5. Le pentagone. — 6. L'hexagone régulier. — 7. L'heptagone. — 8. L'octogone. — 9. Perspective d'un carré dans un plan vertical quelconque. — 10. Le cercle. — 11. Perspective du cercle. — 12. Tracés pratiques. — 13. Emploi des échelles convergentes.

1. Marche à suivre. — Les principes posés plus haut donnent les moyens de construire en perspective des points ou des droites à volonté.

Mais pour la pratique il est utile d'indiquer des procédés expéditifs basés sur des règles qui dérivent de ces principes, notamment sur l'emploi des points de fuite et des points de distance.

La plupart des problèmes se résolvent en traçant sur le plan géométral des figures fondamentales; de ces figures planes, on déduit les figures à trois dimensions, qui représentent des objets concrets.

Rappelons que le plan géométral est un plan horizontal arbitrairement choisi; tout ce qui le concerne peut être appliqué à un plan horizontal quelconque. Il y a plus : tous les tracés faits dans un plan géométral peuvent être effectués d'après les mêmes règles dans un plan quelconque perpendiculaire au tableau. On peut adopter pour de tels plans des points de fuite correspondant à leur ligne d'horizon, et se servir de points de distance analogues.

On se sert parfois de cette manière de plans verticaux, rarement de plans obliques.

POLYGONES

2. Le carré de front. — Proposons-nous de tracer un carré placé de front; AB étant sa base *(fig. 62)*, deux des côtés fuiront

un point principal P. Le point de distance étant en D, D C sera une diagonale, C, un sommet, D en sera un autre. C D étant une parallèle à l'horizon.

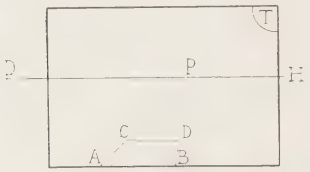


Fig. 62.

Le damier. En opérant de même pour C D *(fig. 63)*, on aura un carré C D F. En prenant d'autres lignes de base sur A G, on aura d'autres séries de carrés.

De là le tracé d'un damier, d'un carrelage, etc.

Ce tracé nous donnera celui d'un losange *p m q n*, et par suite le

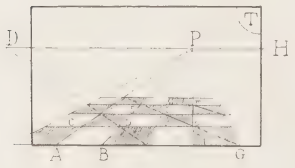


Fig. 63.

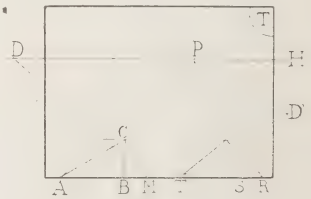


Fig. 64.

tracé d'un carrelage disposé avec les côtés des carreaux dans le sens diagonal.

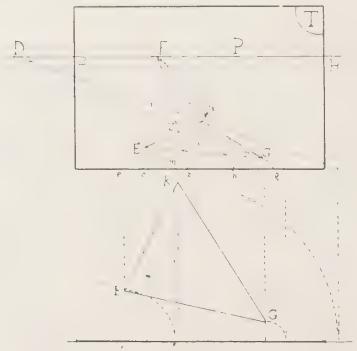


Fig. 65.

3. Le triangle. — Si l'on prend A M, égal à la hauteur *h* quelconque d'un triangle isocèle ayant sa base A B de front, *(fig. 64)*, on pourra tracer aussi aisément un tel triangle.

Si le triangle est irrégulier, il faut connaître le pied S de la perpendiculaire abaissée du sommet. Si le triangle était posé irrégulièrement, il faudrait le construire par points, en recourant à la méthode directe, comme suit :

On trace le triangle E' K' G' sur le géométral rabattu *(fig. 65)*. On met en perspective les lignes *e* E', *m* K', *g* G', qui donnent

dans le tableau les fuyantes principales e P, m P, g P. Prenant $e\,m$ égal à e E, on mène m D, qui donne en E un sommet du triangle en perspective; on trouve de même les deux autres.

Remarquons que si nous menons par E K' des fuyantes à un même point de fuite quelconque F, prolongées en e, h, et que nous divisions e' h, en deux parties égales par le point z, en menant z F, nous aurons en z' le milieu de E K'. Nous pourrons donc aisément fixer le milieu des côtés du triangle, tracer ses médianes, et déterminer son centre O.

De la même manière, on peut déterminer le sommet d'un polygone quelconque.

4. Le carré posé de travers. — Pour construire un carré quelconque, n'ayant pas un côté de front, il faut connaître un de ses côtés en grandeur et en position, c'est-à-dire deux de ses sommets.

Supposons un côté donné en perspective, en A' B' *(fig. 66)*, le point principal et la distance étant connus.

On trace les fuyantes principales P A', P B', prolongées en a b. On mène D A', prolongé jusqu'à la ligne terre.

Dans le géométral rabattu autour de celle-ci on prend a' A égal à la longueur comprise entre a (du tableau) et le point où aboutit sur la ligne de terre la ligne D A, et l'on a en A le rabattement du point A'. On cherche de même celui du point en B', B; on construit deux côtés du carré A B — B, C. On peut alors mettre le point C en perspective en C' (tableau). B' A' prolongé, donne le point de fuite F. En joignant F à C', on aurait un troisième côté du carré. B' C' prolongé donnerait un point de fuite F', auquel converge le quatrième côté, qui passe par

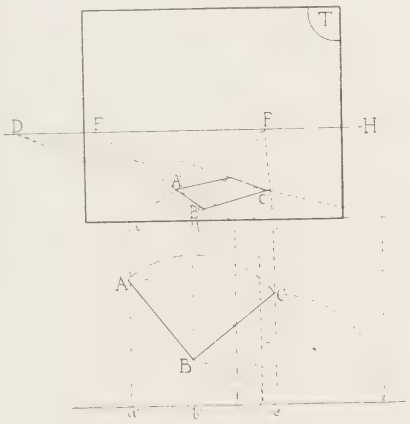


Fig. 66.

A. Si, comme dans notre figure, F' est hors de portée, on devra construire directement le quatrième sommet.

5. Le pentagone. — Le pentagone, même régulier, se trace d'après la méthode directe.

6. L'hexagone régulier. — Si l'hexagone se présente avec un côté de front, sa construction en perspective est singulièrement simplifiée grâce à cette propriété, que les lignes A a, B b, et l'axe $m\,n$ partagent en parties égales la ligne D C *(fig. 67)*. Notons en outre que $m\,n = 1,75$ du rayon du cercle circonscrit.

Prenons donc la ligne $d\,c$ égal au diamètre D C, et divisons-la en quatre parties égales par les points $a, m'\,b$; prenons maintenant $m'\,x$ égal à O m et menons D' x, qui donne le centre O', (D' étant le point de distance); la même ligne D' x donne les lignes de front $d'\,c'$, $a'\,b'$; la première donnera deux sommets de l'hexagone en d', c'; la seconde en donnera deux autres en a', b'; on a déjà les sommets $a\,b$.

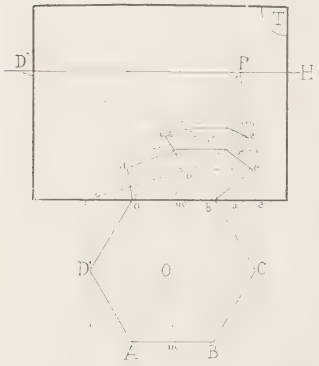


Fig. 67.

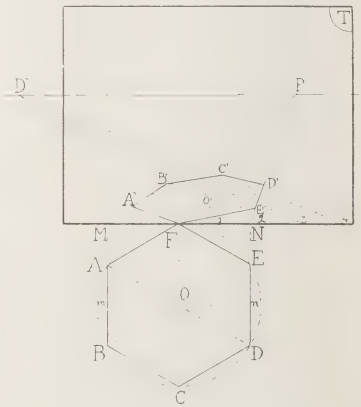


Fig. 68.

Pour tracer un carrelage hexagonal, on déterminera les intersections de fuyantes principales correspondantes telles que d P, a P, etc., avec des parallèles équidistantes telles que $d'\,c'$, $a'\,b'$, $d'\,e'$, etc.

Si l'hexagone se présente par la pointe, l'axe C O F étant perpendiculaire au tableau, on procédera comme suit.

Menons les fuyantes principales F P, M P, N P *(fig. 68)*. A partir de F, portons en 1, 2, 3, 4 sur la ligne de terre des divisions égales au $\frac{1}{4}$ du diamètre $m\,n$, et rapportons-les sur F P, à l'aide de point de distance. Par l'intersection de F P avec les lignes D 1, D 2, D 3, D 4, menons des lignes de front; elles donneront les sommets cherchés de l'hexagone en perspective, A' B' C' D' E' F'.

7. L'heptagone. — L'heptagone se trace par le procédé direct.

8. L'octogone. — Pour faciliter le tracé de l'octogone régulier en perspective établissons certaines propriétés intéressantes de cette figure. Considérons la comme résultant de l'intersection de deux carrés ayant leurs sommets en 8 points équidistants sur une circonférence. Menons *(fig. 69)* le diamètre $m\,O\,n$. Observons que dans le triangle M a O, les deux côtés Ma, Mo sont égaux; en effet, l'angle M a O est égal à l'angle R O n, qui mesure 3/16 de la circonférence; or l'angle M o m a la même mesure. Donc l'arc de cercle ayant pour centre M et pour rayon O M passe par a.

En conséquence, pour tracer un octogone, on pourra opérer comme suit : Tracer *(fig. 70)* un carré et ses diagonales; par chaque sommet, tracer un quart de cercle ayant un rayon égal à la demi-

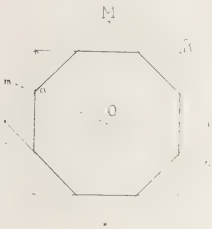


Fig. 69.

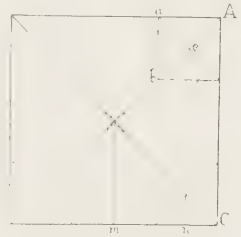


Fig. 70.

diagonale; on aura les sommets de l'octogone. Observons en outre, que le carré construit sur A a, a un sommet en b sur la diagonale, et son centre est c, à l'intersection de la diagonale du grand carré et du côté de l'octogone.

Il faut encore nous rappeler que $m\,n = 0.70$ de m C.

Cela étant, voici comment on peut tracer un octogone régulier, ayant un côté de front.

Etant donnée comme base la largeur de l'octogone $c\,c'$ *(fig. 71)*, prise entre deux côtés opposés, ou le diamètre du cercle inscrit, construisons le carré correspondant à l'aide du point de distance.

Prenons : $a\,b = 0{,}70\ a\,c$,
$a\,b' = 0{,}70\,a\,c'$,
puis : $b\,d = c\,b$,
$b'\,d' = c'\,b'$.

Menons par d et d', des fuyantes principales qui couperont les diagonales en des points tels que f; par f, menons la ligne de front $f\,m$; m est un sommet de l'octogone; d en est un autre.

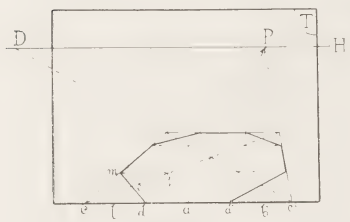


Fig. 71.

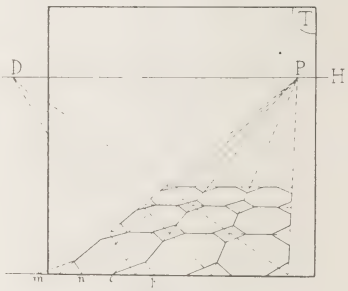


Fig. 72.

Pour avoir un octogone régulier se présentant avec un sommet sur la ligne de terre et l'axe perpendiculaire au tableau, il suffit de joindre les milieux des côtés du précédent.

Pour tracer un carrelage octogonal, on tracera le damier, et on le coupera par des fuyantes au point de distance et passant par les points tel que m, n, o, p, *(fig.72)* construits suivant la méthode précédente.

9. Perspective d'un carre dans un plan vertical quelconque. Supposons que le carré à construire soit contenu dans le plan vertical ayant sa trace en A' F *(fig. 73)*. Commençons par établir, par le tracé indiqué plus haut, le point de fuite F' de la direction des lignes d'égale résection par rapport à A' F. Sur le géométral rabattu, je marque le pied du point de vue O, et f, projection du point F; je prends $f\,f' = \mathrm{O}\,f$; je ramène f' sur l'horizon, j'ai en F le point de fuite des lignes d'égale résection sur mA' F;

ce point de fuite me donnera les points N, N' correspondant aux côtés verticaux du carré.

Fixons le centre du carré par sa hauteur h et sa profondeur p, que je prends en A' sur la ligne de terre; joignant M au point F', j'ai en m la profondeur p, et en o le centre du carré. Je prends la moitié du carré de part et d'autre de M en Mn, Mn' et je mène nF' n'F, qui me donnent N N'; je trace des verticales en N N'. De part et d'autre de o' (en q, q); je prends de même la moitié du carré; je join q, q' au point de fuite.

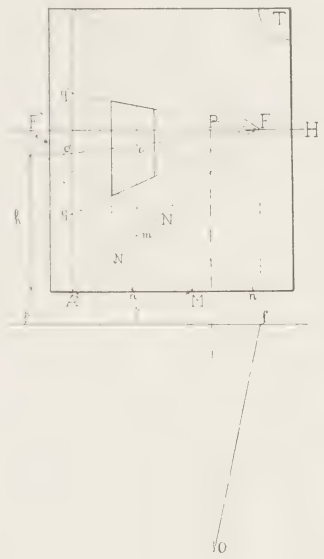


Fig. 73.

10. Le cercle. — Le tracé de la circonférence du cercle se fait à l'aide d'un carré circonscrit. Il facilité par l'application des propriétés suivantes :

a. — Les points d'intersection m, n, *(fig. 74)*, sont sur une ligne parallèle au diamètre E F, qui coupe A B en un point G tel, que E G = 0,70 E B.

En effet, si nous considérons le carré O p m q, son côté m p, égal à E G, et sa diagonale sont dans le rapport 0,70 = 1 [1]; en outre en vertu du théorème du carré des hypothénuses :

$$O\,p^2 + m\,p^2 = O\,m^2,$$
$$o\,p = m\,p,$$
$$2\,m\,p^2 = O\,m^2.$$

d'où : $m\,p = O\,m\,\sqrt{2} = 0,70$ ON

1. On peut trouver graphiquement la longueur E G = 0,70 E B.

En effet, E G $(= p\,m) = \frac{O\,M}{\sqrt{2}} - O\,M = 2\,H\,B$

$$E\,G = \frac{2}{\sqrt{2}}\,H\,B \qquad H\,B = \frac{H\,J}{\sqrt{2}}$$

$$E\,G = \frac{2}{\sqrt{2}}\,\frac{H\,J}{\sqrt{2}} = H\,J$$

D'ailleurs, la moitié de la diagonale E N est égale à E G.

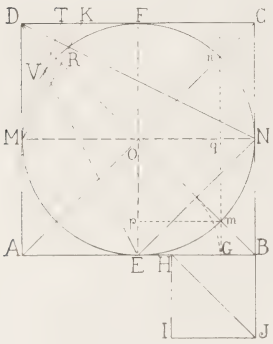


Fig. 74.

b. — Les médianes et les diagonales du carré coupent la circonférence en 8 points équidistants.

c. — Les côtés du carré sont tangents au cercle en E, M, F et N.

d. — Si l'on joint le point N au point D et le point M au point milieu de D F, l'intersection R des deux lignes appartient à la circonférence.

En effet, les deux triangles M N D, D M K, sont semblables, comme étant rectangles et ayant les côtés de l'angle droit proportionnels (1 et 2); donc les troisièmes côtés, savoir les hypothénuses, sont perpendiculaires comme les autres; donc l'angle M R N est droit, et il est inscrit dans le cercle *c*.

e. — Si l'on joint le point E au point D, et le point M au point T, pris au tiers de D F, le point V, où se coupent ces deux lignes, est encore un point de circonférence.

La démonstration de ce théorème peut se faire par la propriété des triangles semblables (1).

11. Perspective du cercle. — Envisageons directement et d'une manière tout à fait générale, la perspective du cercle.

L'image perspective d'un cercle résulte de l'intersection du plan du tableau avec le cône passant par la circonférence de ce cercle et ayant son sommet au point de vue O.

Or le cercle peut occuper des positions diverses par rapport au tableau et au point de vue; notamment il peut s'étendre jusqu'en avant du plan du tableau et même jusqu'en deçà du point de vue O.

1. La figure ci-dessus devrait être complétée, en menant par V une parallèle à D E, qui coupe M D en Q, et en prolongeant F V jusqu'à sa rencontre avec M D, en un point que nous désignerons par la lettre P.

Or si nous supposons à priori P placé au milieu de M P, les triangles semblables P Q R, P D F — D Q R, D A E, nous donneront des proportions, d'où l'on pourra déduire, que P Q = 1/3 D M, D Q = 2/3 D M et D T = 1/3 × D F.

De ces rapports il résultera que les triangles P F D, D A E sont semblables, que F F est perpendiculaire à D F, que l'angle F V E est droit, donc, que V est sur la conférence inscrite au carré A B C D.

Voyons ce qui adviendra alors de l'image. La figure montre que quand le cercle est tout entier derrière le tableau, sa perspective est une courbe fermée. Si le cercle s'étend en avant du tableau (G), l'image est une courbe qui coupe la ligne de terre et se referme sous cette ligne. Si le cercle s'étend en deçà du pied de la verticale en O, l'image est une courbe ouverte qui possède deux branches indéfinies.

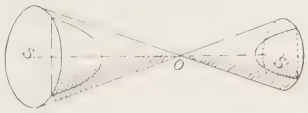


Fig. 76.

Pour mieux nous rendre compte de ces tracés, considérons en croquis de perspective cavalière en cône coupé par un plan. Si la section se fait à peu près perpendiculairement à l'axe O S *(fig. 76)* du cône, la ligne d'intersection sera en ellipse. Mais si la section se fait dans une direction

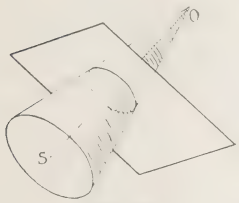


Fig. 75.

Fig. 77.

à peu près parallèle à l'axe du cône, elle ne présentera plus une courbe fermée; elle donnera deux courbes offrant des branches infinies, qu'on appelle hyperboles *(fig. 76)*.

Si enfin le plan sécant était parallèle à l'une des génératrices du cône, il n'y aurait plus qu'une seule courbe, nommée parabole. *(fig. 77)*.

Nous appelons asymptotes des lignes droites qui tendent à rencontrer à l'infini les branches courbes. Dans ce dernier cas, les asymptotes sont parallèles à l'axe du cône.

Ces considérations aideront à comprendre ce qui concerne la figure 78.

On y voit trois cercles concentriques G, E, C, que nous représentons sur le géométral en perspective cavalière; d'abord le cercle C, qui vient en deçà du plan O Q L, parallèle au tableau et passant par le point de vue O. Il coupe Q L' en M et N. Par ces derniers points, menons-y des tangentes I M, I N, qui coupent la ligne de terre en G H, et se rencontrent en I. Joignons I O, et prolongeons

cette ligne jusqu'au tableau, en I. Les lignes I' G, I' H seront les asymptotes de l'hyperbole que donne l'image perspective du cercle C.

On comprend que ces branches de courbe se prolongent à l'infini. Si nous considérons en effet un point quelconque en avant du

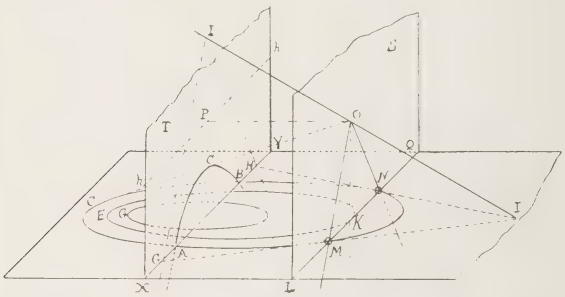


Fig. 78.

tableau, et situé sur cette courbe, le rayon visuel, qui y passe, prolongé, atteint le tableau très bas sous la ligne de terre, et à mesure que l'on envisage un point plus rapproché du plan O M N (appelé le *plan neutre*), l'image du point s'éloigne avec une progression rapide. Les rayons envisagés se rapprochent de plus en plus de la direction du plan neutre, et à la limite, ils tendent à lui devenir parallèles, en se dirigeant vers l'image du point situé à l'infini (1).

A mesure que les points M, N se rapprochent du tableau, l'angle G I' H des asymptotes diminue. Dans le cas du cercle E, les deux points M et N se confondent, les asymptotes sont parallèles, la courbe perspective est une parabole.

Comme nous l'avons montré plus haut, le cercle C donne en perspective une ellipse ouverte (incomplète).

Un cercle placé tout entier derrière le tableau donnerait une ellipse fermée.

1. La figure ci-contre est empruntée à l'excellent *Traité de perspective* de Pillet.

12. Tracés pratiques. — Les propriétés énoncées plus haut permettent de tracer aisément la perspective du cercle.

On pourra toujours se servir du carré circonscrit placé de front. Supposons donnés le centre O *(fig. 79)*, sur le géométral, en perspective, de la grandeur vraie du diamètre *a b*.

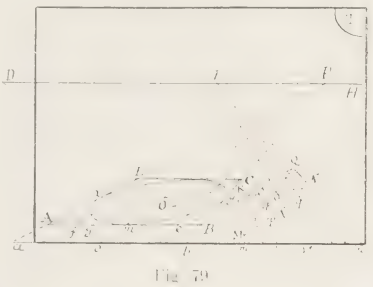


Fig. 79

Menons la fuyante principale P O *o*; prenons *o a*, *o b* égales au demi-diamètre, traçons les fuyantes *a* P, *b* P, et D O, fuyante au point de distance, qui donnera les sommets B, E, du carré; par des horizontales, nous en déduirons les sommets A, C. Prenons *m e*, *m f* égales à 0,70 de *m* B, et menons les fuyantes *m* P, *n* P; elles donneront quatre points de la circonférence, à leurs intersections avec la diagonale. Nous en avons quatre autres, aux milieux des côtés du carré; au surplus, nous savons qu'en ces points, la circonférence est tangente en ces côtés. Ces éléments suffisent pour tracer un cercle très correct.

On pourrait également déterminer quatre points en traçant les diagonales des rectangles tels que A B *x y*, et en cherchant leurs intersections avec des lignes joignant les points tels que *x y*, aux milieux de A *m*, *m* B, etc.

Il est à peine nécessaire d'ajouter, que le tracé d'un cercle contenu dans un plan vertical, dans un plan perpendiculaire au tableau, ou dans un autre plan quelconque, se fait de manière analogue.

Si l'on doit inscrire un cercle dans un carré qui ne se présente pas de front, on devra employer de préférence la méthode des points milieux. — Pour déterminer sur M N, les points milieux *p q*, des lignes M *s*, *s* N, il faudra prolonger les fuyantes F M, F O, F N, en M*m*, N *n*; diviser V M, V N, en deux parties égales, et tracer les fuyantes *p* F, *q* F, qui donneront les points *t*, *s*, à l'aide des diagonales on pourra ensuite déterminer sur le côté M R, Q T, les points correspondants.

13. Emploi des échelles convergentes. — La méthode qui suit

est surtout avantageuse quand on a besoin, non seulement de tracer des points de la circonférence, mais encore d'y marquer des points équidistants.

Supposons tracé le carré circonscrit au cercle à construire.

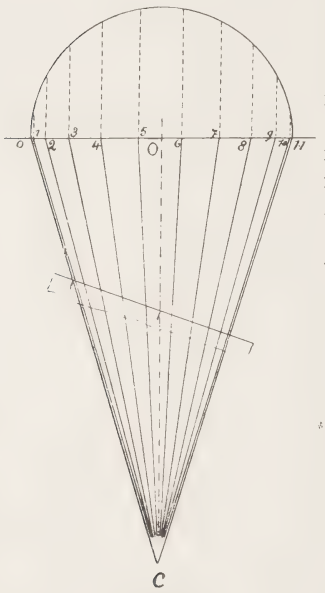


Fig. 80.

On usera d'une échelle établie comme suit. — Sur un diamètre quelconque, on trace une demi-circonférence, qu'on divise dans le nombre de parties correspondantes à la division voulue de la circonférence *(fig. 80)*. Du centre O, on mène O C perpendiculaire au diamètre, et de longueur quelconque. Des points de division du cercle, on abaisse les ordonnées 2, 3, 4, 5 et l'on joint ces derniers points, au point C. Ainsi se trouve dressée l'échelle convergente.

Voici comment l'on peut s'en servir *(fig. 79)*.

Sur un des côtés du carré en perspective, on applique une bandelette de papier sur laquelle on marque les points extrêmes de ce côté, et le point milieu. Promenant ensuite cette bandelette sur le faisceau des lignes convergentes *(fig. 80)*, on détermine par tâtonnements la position dans laquelle les traits marqués coïncident avec les deux rayons vecteurs extrêmes C 0, C 11 et avec l'axe O C. — Alors, on marque sur la bandelette les points correspondants aux rayons vecteurs intermédiaires. Replaçant la bandelette dans la position première, on marque sur le côté du carré, les nouveaux points de division. Faisons de même pour les quatre côtés, et réunissons par des droites les points homologues opposés; cherchons les intersections des points correspondant aux mêmes points de la circonférence. On aura autant de points, et de parties équidistantes de la circonférence.

CHAPITRE VII

PERSPECTIVE DES OBJETS CONCRETS

A. — FORMES RECTILIGNES

1. Perspective d'un parallélépipède et d'une pyramide. — 2. Perspective d'une tour avec flèche quadrangulaire. — 3. Perspective d'une flèche octogonale. — 4. Perspective d'une tour carrée couverte par quatre pignons.— 5. Perspective d'un plan incliné et d'un escalier droit. — 6. Perspective d'un perron. — 7. Perspective d'une croix. — 8. Perspective d'une ruelle. — 9. Perspective d'une salle. — 10. Perspective d'un écran. — 11. Perspective d'une moulure.

1. Perspective d'un parallélépipède et d'une pyramide, Supposons tracé dans le géométral le carré de la base A B C D *(fig. 81)*. Elevons les verticales qui figurent les arêtes montantes. Prolongeons la fuyante F A jusqu'en *o*, sur la ligne de terre, et portons en *a e* la hauteur connue *h* du parallélépipède. La fuyante *e* F donnera le côté supérieur E F d'une de ses faces, et les sommets H, G pourront être déterminés par les fuyantes de la direction A D.

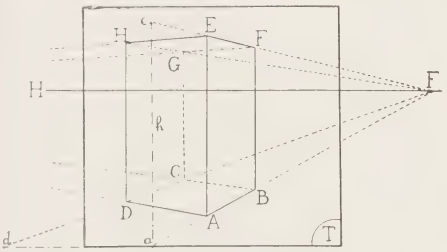


Fig. 81.

Si le point de fuite de celles-ci tombait hors de portée, on pourrait construire le point H comme le point E, et en déduire le point G.

Perspective d'une pyramide. — En traçant les diagonales de la

base, on détermine le centre O *(fig. 83)* de celle-ci, et l'on peut

Fig. 82.

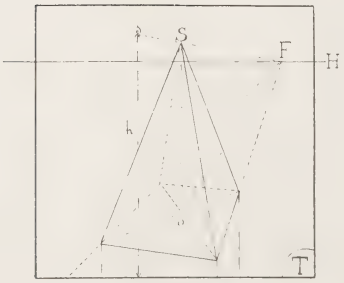


Fig. 83.

mener la verticale correspondant au sommet de la pyramide. Connaissant la hauteur réelle de celle-ci, on la mesure dans le tableau en *h* et on la rapporte de là à S.

2. Perspective d'une tour carrée avec flèche quadrangulaire. — Les deux problèmes précédents combinés donnent la

solution. Pour la pyramide, on fera usage de la base A B C *(fig. 85)* comme si elle était comprise dans le plan géométral.

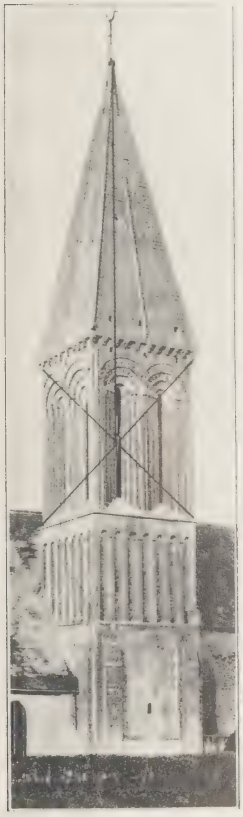


Photo Neurdein.

Fig. 84.

Il importe de noter ici une simplification : Considérons deux sections horizontales de la tour, comme celles qui correspondent à la corniche (A B C) et à un cordon d'étage (A' B' C'); on remarquera que l'axe vertical de la flèche passe par le point O, qu'on obtient simplement en joignant quatre points visibles A, A' C, C' par les lignes A C' et A' C.

On déterminerait de même le som-

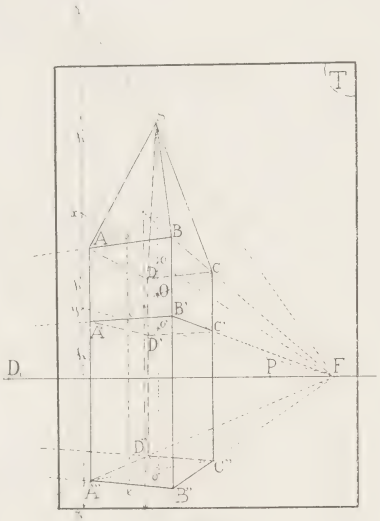


Fig. 85

met d'une coupole sur une tour carrée *(fig. 82)* ou d'une flèche conique *(fig. 88)*.

3. Perspective d'une flèche octogonale. — Supposons établi le carré de la corniche *(fig. 87)*. Traçons les diagonales donnant

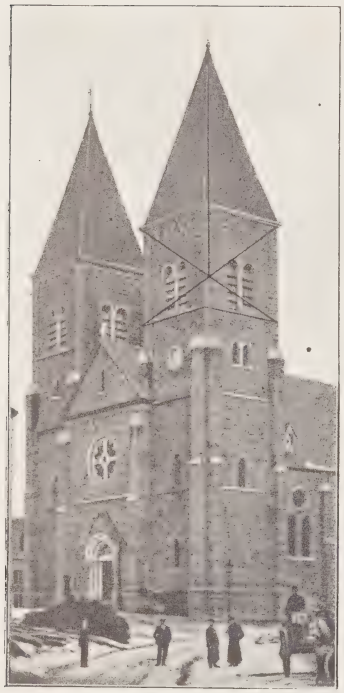


Photo Neurdein.

Fig. 86.

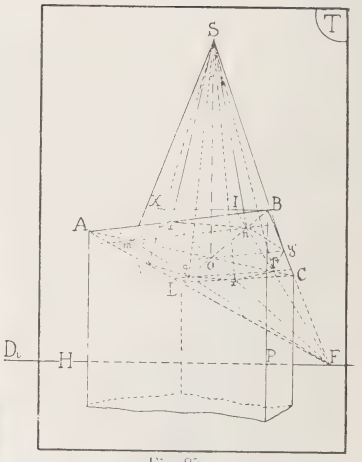


Fig. 87.

le centre et l'axe. Par le point B, menons une horizontale de front jusqu'à l'axe F X; puis divisons X B en un point I, tel que X I = 0,70 X B. Menons la fuyante en I, qui donnera en *n*, sur O B un point de la circonférence inscrite au carré. Nous trouverons de même les points *m*, *p*, *q*, et nous pouvons construire l'octogone circonscrit, ou l'octogone inscrit au cercle.

Fig. 88.

a) *Octogone circonscrit.* — Quatre côtés passent par les points m, n, p, q et ils sont dirigés vers les points de fuite des diagonales; les quatre autres côtés coïncident avec ceux du carré.

b) *Octogone inscrit.* — Les sommets sont en m, x, n, y', p, x', q, y.

On raccorde d'habitude le sommet carré de la tour aux versants de la flèche polygonale; il nous reste à tracer ces raccords. Ils se font souvent à l'aide d'une pyramide quadrangulaire obtuse, qui se noie dans la pyramide ortogonale aiguë.

Dans le cas *a (fig. 89)*, où l'octogone a quatre côtés, coïncidant avec ceux du carré, nous opérons comme suit :

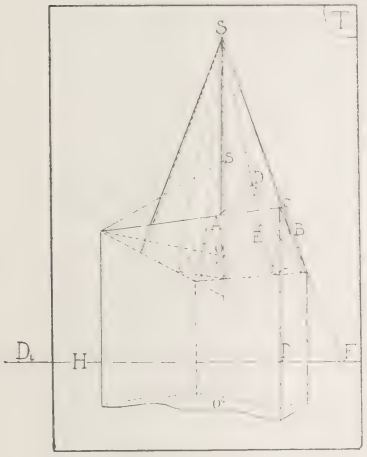


Fig. 89.

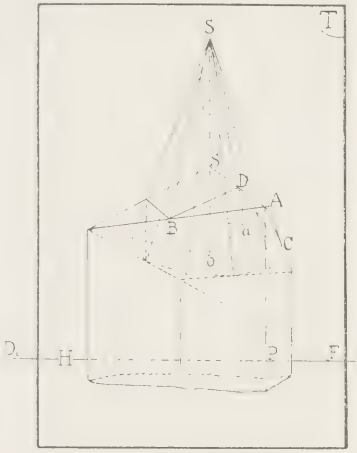


Fig. 90.

Menons la médiane E S du triangle A S B; elle coupe au point D l'arrête C S' de la pyramide obtuse; celle-ci coupe le versant A S B suivant les lignes A D, B D, et ainsi des quatre coins. (Ici le point de vue a été supposé placé en dessous de la corniche de la tour).

Dans le cas *b (fig. 90)*, où l'octogone a quatre sommets sur les milieux des côtés du carré, la solution est encore plus simple. Opérons sur le coin A : la partie à recouvrir sera la surface B A C *a*. L'arête A S' de la pyramide obtuse coupe en D l'arête *a* S de la

pyramide aiguë. L'amortissement se fait par deux petits versants aboutissant au point d'intersection D, savoir : B A D, C A D.

4. Perspective d'une tour carrée couverte par quatre pignons. — Sur le côté A B *(fig. 91)* se dresse un pignon dont le sommet est

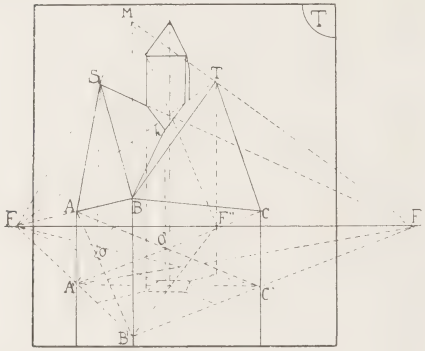


Fig. 91.

Photo Neurdein.

Fig. 92.

sur la verticale O S, passant par le croisement des diagonales A' B, B A'; A' B' marque un cordon d'étage. De même sur le côté B C vient un pignon dont le sommet est sur la verticale T, obtenue de même.

Portons sur l'arête B B' la hauteur h (= B M) des pignons, et ramenons cette hauteur en S et en T par des fuyantes M F', M F. Les faîtes de petits combles seront dirigés suivant des fuyantes des directions B C, B A.

Si d'autre part nous cherchons le point O' de croisement des diagonales A C', A' C, la verticale passant par O' sera l'axe du clocheton supérieur; et celle-ci devra précisément passer par le point d'intersection de S F' et de T F.

5. Perspective d'un plan incliné et d'un escalier droit. — Construisons *(fig. 93)* un rectangle dont la diagonale est dirigée dans le sens de la ligne de plus grande pente du plan incliné, dont les côtés A B, B C correspondent respectivement à la longueur et à

la montée de la rampe, tandis que le côté A C correspond à sa largeur. La rampe sera représentée par le plan A B' D' C.

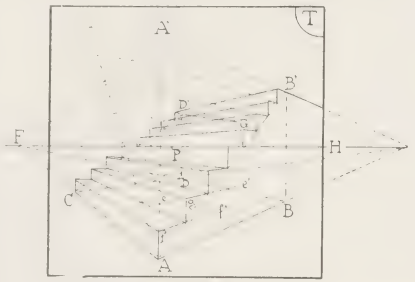


Fig. 93.

A la rampe, nous pouvons aisément substituer un escalier droit. Pour cela, nous porterons sur A A' des hauteurs égales à celle des degrés, réduites à la distance du point A du tableau. Par les points de division, nous mènerons des fuyantes dans la direction A B. Considérons deux de ces fuyantes; elles donneront sur la ligne de rampe A B' des points de division, etc. par leurs intersections avec A B menons des verticales, qui coupent les fuyantes des divisions suivantes.

Fig. 94.

Ensuite, par les points tels que g, nous mènerons des fuyantes de la direction A C, qui seront les arêtes saillantes des marches; par les points intermédiaires, nous mènerons des fuyantes dans la même direction, qui seront les arêtes rentrantes des marches. Ces arêtes seront terminées à l'autre bord en des points homologues.

6. Perspective d'un perron. — Traçons *(fig. 95)* une pyramide quadrangulaire ayant la même base et la même hauteur que le perron.

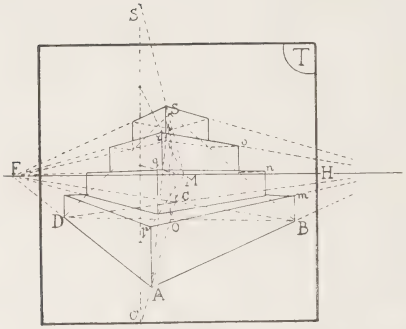


Fig. 95.

Rapportons dans le tableau la hauteur O S, en O' S' ; portons sur O' S' les hauteurs des degrés et menons des fuyantes vers M. Elles coupent l'arête A S en des points correspondant aux arêtes verticales des degrés.

A l'aide des fuyantes de la direction A B, nous porterons sur l'arête B S

Photo Hanfstaengl.

Fig. 96.

des points homologues; nous construirons de même les degrés *mno*. Nous opérerons de même sur l'arête S D.

Il n'y a maintenant plus qu'à joindre les points correspondants par des fuyantes horizontales pour achever la figure.

7. Perspective d'une croix. — Je construis la base A B C D dans le géométral *(fig. 97)* et je la ramène dans la perspective. Je mène la médiane F *p*. et la verticale *p* G qui est l'axe de la face A C de la croix; je prolonge F *p* jusqu'à la ligne de terre, je construis *mn*, qui me servira d'échelle verticale, et sur celle-ci, je prends la hauteur *t s* de la traverse de la croix; je ramène cette hauteur sur la ligne P G, ce qui me permet de tracer la traverse. Pour la limite, étant admis que les croisillons ont une longueur égale à leur hauteur, je prends *x y*, horizontale partageant en parties égales le rectangle A C G: je joins G *x*, G *y* qui me donneront les points *r* et *v* correspondant aux extrémités des croisillons. Le reste du tracé va de soi.

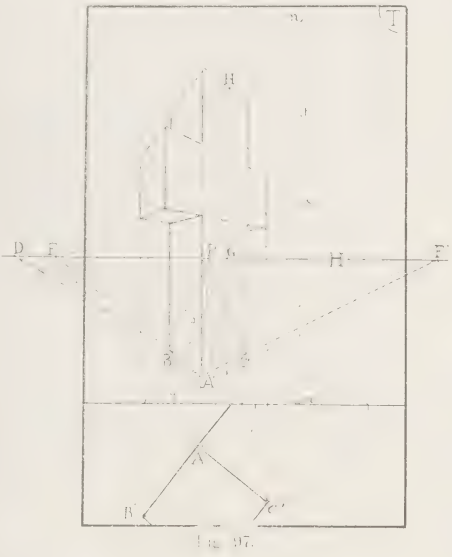


Fig. 97.

8. Perspective d'une ruelle. — On se servira de différents points de fuite correspondant aux alignements successifs de la ruelle. Pour les déterminer, il faudra construire en perspective une horizontale de chaque direction *(fig. 98)*.

9. Perspective d'une salle. — La figure 99, ci-après, résume les opérations.

Porte à droite. — Sur la ligne de terre, on marque la profon-

deur K h où commence la baie et la moitié de la largeur hg de l'ouverture de celle-ci; en faisant usage du point de distance réduit $\frac{D}{2}$ on fixe l'ouverture en largeur; on prend la hauteur de l'ouverture sur le bord droit du cadre, et l'on mène la fuyante tt'. Prenant à droite du cadre l'épaisseur du mur K m et l'épais-

Fig. 98.

seur du tableau K l, on les reporte en H L M. On procède de manière analogue pour la triple fenêtre.

Les diagonales du rectangle correspondant aux quatre murs donnent en O le centre de la salle. On remarquera combien ce point paraît reculé, en raison du peu d'éloignement du point de vue. C'est pourquoi aussi la porte paraît relativement large; elle sort du cercle visuel.

La largeur du chambranle est mesurée en hi; la fuyante $i\frac{D}{2}$ donne la verticale en t; celle-ci est limitée en t par une ligne menée du coin interne vers le point Y, pris sur l'axe central à une distance de l'horizon égale à la distance du point de vue; le point t' donne le bord horizontal tt' du chambranle; il est arrêté à une ligne menée du coin de la baie vers le point Y', symétrique de Y, etc.

Porte à gauche. — Cette porte est dessinée avec ses deux vantaux ouverts. Pour tracer ceux-ci, on dessine sur le sol la perspective d'une demi-circonférence décrite par le coin externe inférieur. Con-

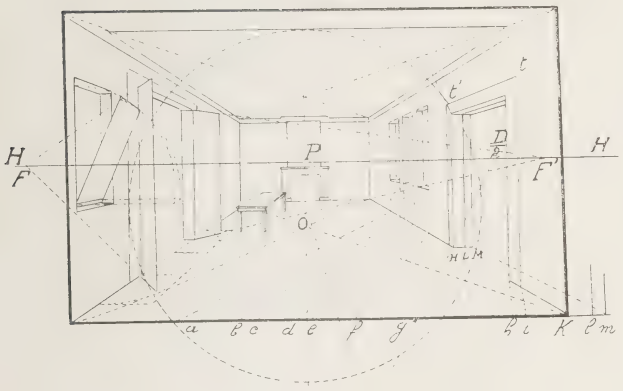


Fig. 99.

sidérons le vantail de gauche; son bord inférieur a son point de fuite en F; par ce point F, on trace son bord supérieur. De même pour l'autre vantail on se sert du point de fuite F'.

A l'extrême gauche est figuré un châssis à bascule entr'ouvert. Le bord d'avant est tracé arbitrairement, et arrêté à la circonférence que décrit, quand il tourne, son point le plus élevé; l'autre

coin décrit une circonférence pareille; les deux arcs de circon-

Fig. 100.

férences se présentent de front; le bord supérieur fuit au point

Fig. 101.

P; le second bord en résulte; il doit d'ailleurs être tracé parallèle au premier.

Nous donnons comme exemples une série de vues intérieures de grandes salles, *(fig. 100 à 104)*.

10. Perspective d'un écran. — Soit AB *(fig. 105)*, la position du premier feuillet; traçons arbitrairement la position du second, en direction, suivant BX. A l'aide du rabattement dans le géométral, déterminons la grandeur réelle de AB, et, par le procédé connu, traçons la demi-circonférence ayant sa grandeur par rayon;

Photo Neurdein.

Fig. 102

cette circonférence passera forcément en A; elle coupera la direction BX en C. Par C comme centre construisons une circonférence de même rayon que la précédente; si Cy est la direction du troisième feuillet, celui-ci sera limité par la deuxième circonférence en E.

11. Perspective d'une moulure. — Le cas suivant est un exemple typique du tracé des moulures. Il suppose une corniche couronnant un massif carré ABCD *(fig. 106)* tel qu'un pilier isolé. Les côtés du carré ont pour points de fuite F' et F''; la bissectrice de l'angle en A, a' son point de fuite en D. Le profil est dessiné

en grandeur sur le côté. On prend pour guide la ligne M N passant par les points intéressants du profil. Nous ferons d'abord le tracé de la masse sommaire de la corniche engendrée par la ligne M N.

Fig. 103.

La première opération sera de déterminer, à l'aide des lignes d'égale résection ou autrement, une longueur E F, prise à l'angle E du noyau carré, dans la direction F F", égale à la saillie de la corniche. Après avoir tiré la ligne F D, on y repérera les points 1, 2, 3, 4 analogues à ceux de la figure du profil; pour cela, on

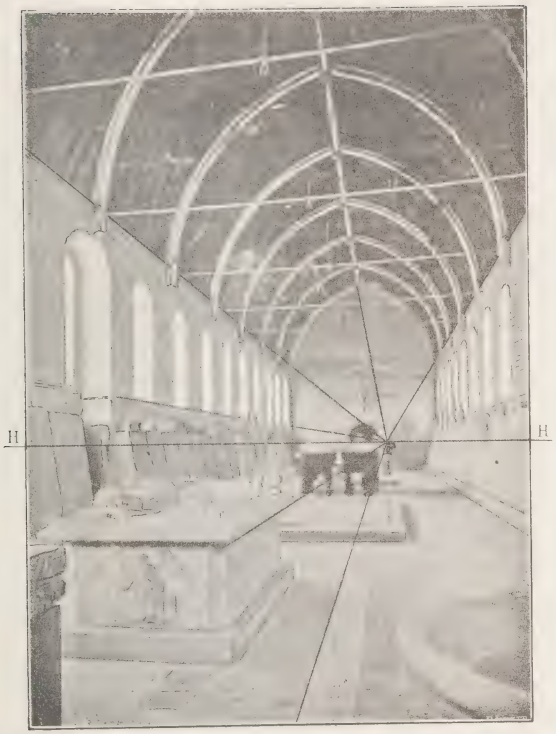


Fig. 104.

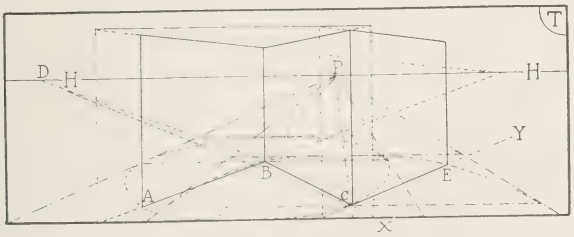


Fig. 105.

pourra se servir de l'échelle convergente. On pourra alors tirer du point F' les lignes des moulures de la corniche correspondant à cette direction : elles s'arrêteront à la ligne A G, et, de là, retourneront vers le point de fuite F''.

Quant à la ligne A G, elle est établie de la manière suivante : du

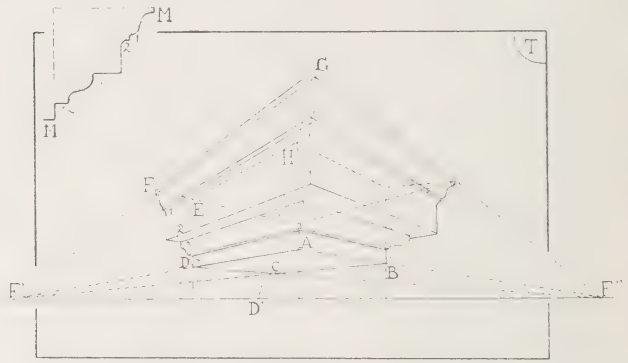


Fig. 136.

coin H menons l'horizontale H G, dirigée parallèlement à la bissectrice de l'angle D A B; H G rencontre en G la fuyante F'; le point G ainsi fixé, joignons G A. Cette dernière ligne est celle où se rencontreront les lignes 1, 2, 3, 4 se correspondant sur les deux faces moulurées.

B. — FORMES CURVILIGNES

1. Perspective d'un cylindre. — 2. Perspective d'une arcade. — 3. Perspective d'une série d'arcades de front. — 4. Perspective d'une tour avec mâchicoulis. — 5. Perspective d'une rosace de plafond. — 6. Perspective d'une colonnade. — 7. Perspective d'un train de roues. — 8. Perspective d'un escalier à vis. — 9. Perspective d'un portique. — 10. Perspective d'une voûte d'arêtes. — 11. Perspective d'un amphithéâtre. — 12. Perspective des sphéroïdes. Silhouette. — 13. Perspective de la sphère. — 14. Perspective d'une coupole. — 15. Perspective des formes de révolution.

1. Perspective d'un cylindre. — Le tracé du cylindre en perspective revient au tracé de deux de ses sections circulaires; il est trop simple pour que nous y insistions.

Le cas est cependant plus intéressant lorsqu'il comporte l'indication de divisions sur la circonférence. On emploie alors avantageusement la méthode de l'échelle convergente.

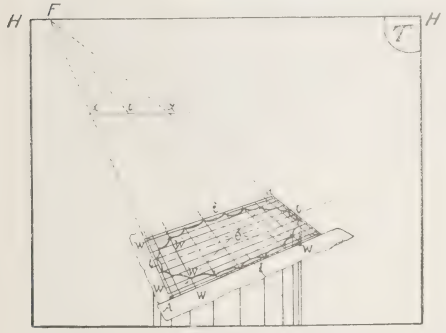


Fig. 107

Colonne cannelée. En opérant de cette manière sur une section de la colonne *(fig. 107)*, on obtiendra aisément la circonférence externe avec ses divisions égales. On construira de même une circonférence interne correspondant à la profondeur des cannelures.

Considérons l'un des intervalles; menons la bissectrice de l'angle au sommet, qui coupe la circonférence interne. La ligne courbe correspondant au creux de la cannelure passera par le point d'intersection et sera tangente à ce point de la circonférence.

Nous donnons deux exemples de colonnades à fûts cannelés, tracés suivant cette méthode *(fig. 108 et 109)*.

2. Perspective d'une arcade. — Donnez-nous *(fig. 110)* la ligne de naissance F E et le centre O, ainsi que le rayon R du centre, et l'épaisseur *e* du rouleau.

Commençons par rabattre le géométral autour de la ligne de terre,

Photo Alinari.

Fig. 108.

pour y construire le centre O, en O^1, et la ligne de naissance O E, en O^1 E; prenons O B', égal à R, et ramenons dans la perspective le point B^1 et B; nous construirons de même le point A.

Menons de O^1 une perpendiculaire à O, B, qui représentera l'axe de l'arcade, et construisons en perspective la ligne O, en X O F'. Enfin, de E, portons sur une verticale le rayon R, plus l'épaisseur *e*. Sur la hauteur R, et sur la hauteur R + *e*, nous pourrons construire les rectangles A *a b* B, A' *a'* *b'* B', dans lesquels seront inscrits les deux cintres d'intrados et d'extrados. On construira de même le cintre d'arrière.

Pour construire ces cintres, on pourra se servir de la méthode

Photo Alinari.

Fig. 109.

de l'échelle convergente; alors, on aura directement, avec le cintre, les points de division correspondant aux joints normaux.

3. Perspective d'une série d'arcades de front. — Dans le cas, représenté dans la figure 112, les points homologues des arcades successives se trouvent sur de mêmes fuyantes principales.

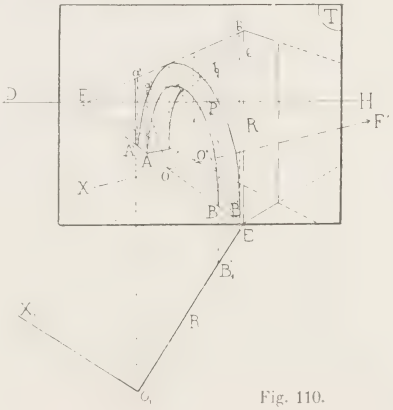


Fig. 110.

4. Perspective d'une tour avec mâchicoulis. — Le tracé fait à l'aide de l'échelle convergente donnera le cercle de base, le bord

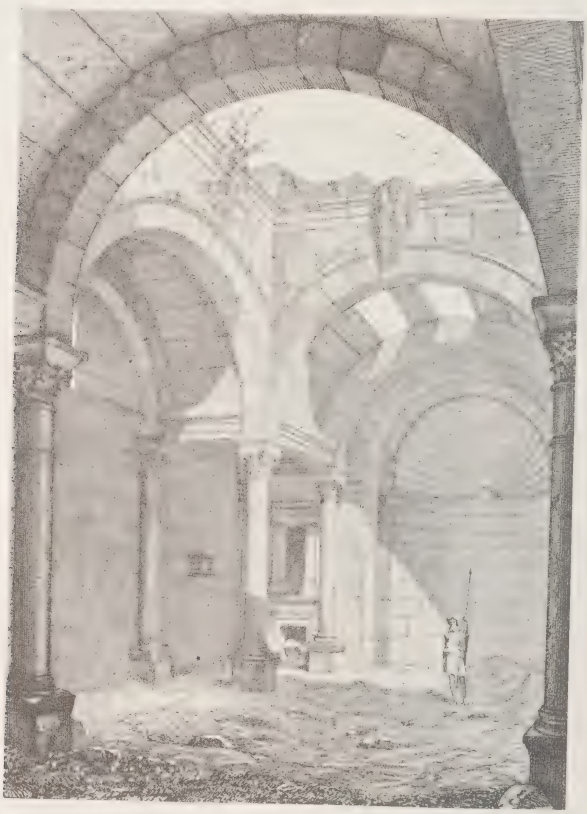


Fig. 111.

du toit, etc...; le même tracé fait sur le cercle *a b (fig. 113)* donnera les axes 1, 2, 3, 4, etc., correspondant aux milieux des mâchicoulis. En joignant les points 1, 2, 3, 4, etc. au centre O et au centre O', puis en abaissant des verticales des points *m, n, o, p,* on

Fig. 112.

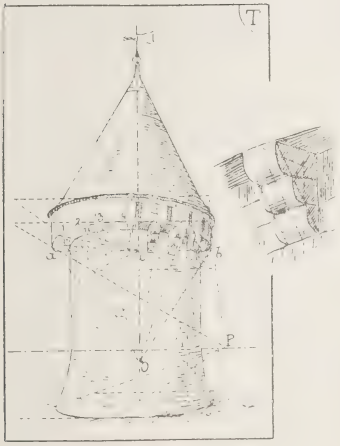


Fig. 113.

Fig. 114

aura des triangles, qui serviront de base au tracé des mâchicoulis.

5. Perspective d'une rosace de plafond. — L'exemple ci-contre d'une chambre des catacombes de Rome *(fig. 115)* avec son plafond décoré de peintures inscrites dans des rosaces concentriques in-

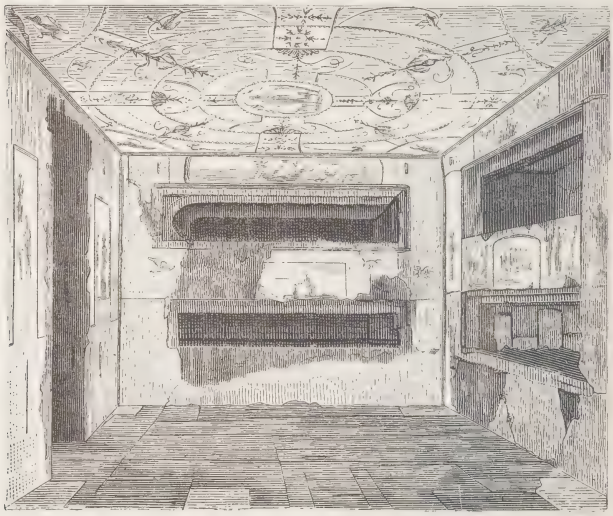


Fig. 115.

dique combien, quand on figure des cercles placés dans la hauteur, s'accentue vivement la dégradation perspective, affectée toujours d'un peu d'anamorphose lorsque l'élévation devient considérable.

6. Perspective d'une colonnade. — Le tracé d'une colonnade ronde se réduit à des applications simples du tracé de cercles concentriques horizontaux, tracé à faire à l'aide de carrés présentés de front et divisés en parties égales aux entrecolonnements. La division s'effectue facilement par l'échelle convergente. De plus, cette méthode permet d'obtenir facilement les grandeurs de deux divisions alternatives, telles que le diamètre de colonnes et leur espacement.

Supposons tracés d'abord par ces moyens faciles les cercles O *m*, O' *n* *(fig. 116)* et ces cercles divisés comme il est dit plus haut; par les points de division, nous mènerons les verticales 1, 2, 3, 4, etc., correspondant aux axes des colonnes; une hauteur telle que *m n* représente la hauteur de la colonnade, entablement compris; nous la diviserons de manière à avoir les proportions respectives de la colonnade et des trois parties de l'entablement. Des divisions semblables faites sur toutes les verticales nous donneront les points intermédiaires des cercles directeurs de l'entablement. Si nous traçons ensuite le cercle correspondant à la saillie de la corniche, nous pourrons construire des triangles tels que *npq*, qui serviront de guides pour tracer le profil de l'entablement au droit de chaque colonne, et, par suite, toutes les lignes de cet entablement.

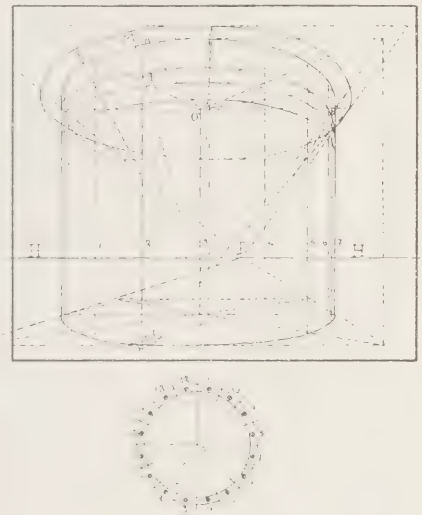


Fig. 116.

Quand il s'agira de dessiner chaque colonne, on commencera par tracer sur le géométral le carré *m t* circonscrit au cercle correspondant au fût. O *m* est un des axes de ce carré; les divisions existant dans le cercle permettent de déterminer aisément la direction perpendiculaire *m t*; ainsi, pour la colonne *m*, *o m* correspond au rayon O 2; supposons qu'il y ait 16 colonnes, la direction perpendiculaire à celle-ci correspondra au rayon O 6, et la diagonale du carré, à la direction O 4.

7. Perspective d'un train de roues. — Supposons que l'essieu ait pour axe E E' *(fig. 119)*, et les roues, pour hauteur M N; projetons E E' en M *m* sur le géométral; menons par M, D A, perpendiculaire à M *m*, et dans le plan vertical dont D A est la trace,

construisons le carré A B C D dont M N est la hauteur. Dans ce carré, inscrivons une circonférence de cercle. Elle correspondra

Photo Alinari.

Fig 117.

au contour externe de la jante; donnons-lui de la largeur et de l'épaisseur, et construisons de même l'autre jante par les opérations connues.

Fig. 118

Pour tracer les rais, construisons une demi-circonférence sur AB comme diamètre, dans un plan de front; marquons-y des points équidistants correspondant aux rais; ramenons ces points par des horizontales de front sur AB, et par des fuyantes sur la circonférence. Nous aurons sur celle-ci les divisions qui, jointes au centre du moyeu, donneront les rais, etc.

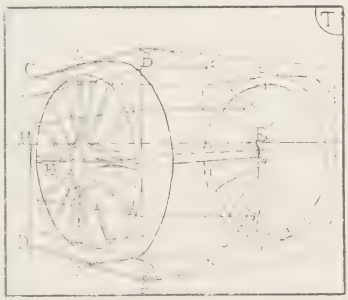


Fig. 119

8. Perspective d'un escalier à vis. — Supposons tracés le cercle de base A B C D *(fig. 120)*, représenté de front, et le noyau cylindrique dont l'axe est 1, 2. Le plan vertical ayant pour trace sur le sol la ligne C B nous servira de plan de projections; dans

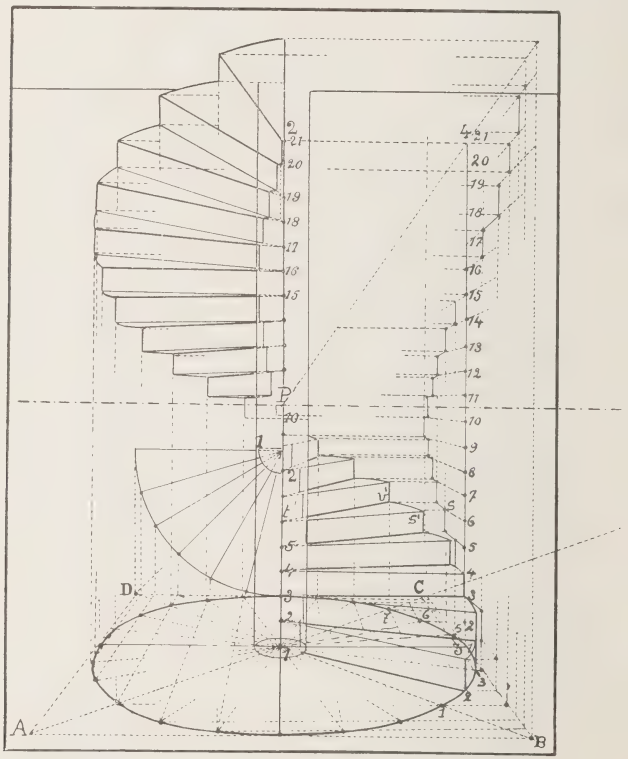


Fig. 120.

le même plan de front qui contient l'axe nous aurons, sur le plan de projection la verticale *3*, 4 sur laquelle nous marquerons la hauteur des degrés successifs.

Proposons-nous maintenant, par exemple, de tracer le degré nº 6. — Ramenons le point 6 du cercle de base sur le plan de projection par une horizontale de front, et relevons-la sur le plan de pro-

jection par une verticale, jusqu'au niveau de la 6e division; ce niveau sera indiqué par une fuyante principale 6 P, qui nous donnera le point S; ramenons S en S' par une horizontale de front, à l'encontre de la verticale correspondant à la division 6 du cercle de base; nous aurons le point S'. Joignons S' à la division corres-

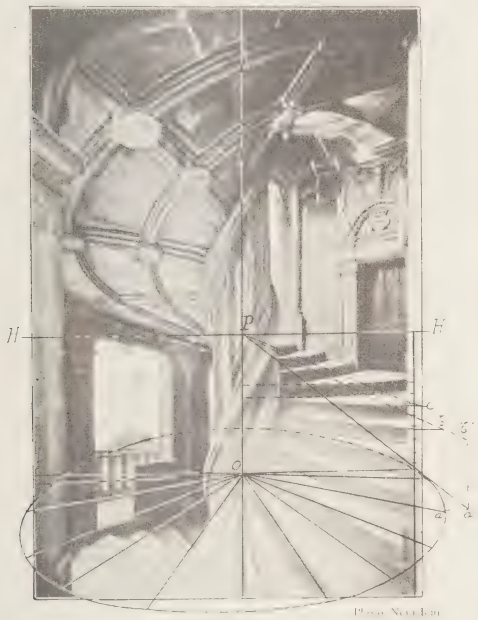


Fig. 121.

pondante de l'axe du noyau en t', nous aurons l'arête du degré. Nous trouverons le point où cette arête coupe le cylindre du noyau, en cherchant le point correspondant sur le cercle de base de celui-ci.

L'arête d'arrière est aisée à trouver, elle aboutit au même point que St' sur le noyau, et son point extrême V' correspond verticalement à la division 7, horizontalement à la division 6. De S' en V', nous avons un arc d'ellipse identique à celui qui correspond aux mêmes points de l'ellipse figurant le cercle de base. Traçons les

deux verticales aux abouts du degré, le dessin de celui-ci sera complet.

9. Perspective d'un portique. — Soient donnés sur le géométral les alignements A F, A' F' *(fig. 122)*, de deux façades d'un portique, et la base A B C D du pilier angulaire, ainsi que l'ouverture B E entre les deux piliers de la façade de gauche. Nous nous proposons de construire une arcade de celle-ci, et une série d'autres pareilles de la façade de droite.

La diagonale A C du carré de base du pilier, prolongée, donnera

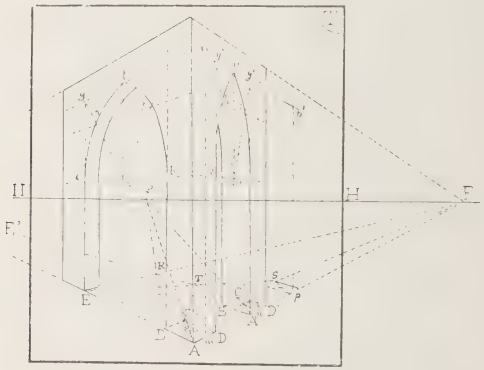


Fig. 122.

en *f* le point de fuite de la direction correspondant aux bissectrices des angles tels que E A F.

Menons E F et B *f ;* à leur intersection nous aurons le point R; joignons F' à R et prolongeons F' R en C' et en D'; E R C' B sera un carré parfait. La ligne *f* C', prolongée, nous donnera A'; nous pourrons compléter par la fuyante A' F' le carré A' B' C' D' correspondant à la base du second pilier E T' prolongé donnerait en S l'angle d'un troisième pilier, et ainsi de suite.

Les fuyantes F' O, F' O' permettront de fixer en *m*, *n*, *p*, etc., les pieds des verticales *m m'*, *n n'*, *p p'*, formant sur la façade les axes des travées consécutives.

Dans chacune d'elles, nous pourrons construire des arcades; d'a-

Fig. 123

Fig. 124

bord l'arcade B *b t e* E, puis l'arcade de droite, par les moyens indiqués.

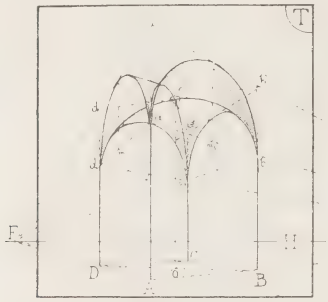


Fig. 125.

Mais une fois la première arcade construite, à gauche, il y a un moyen expéditif de construire les autres. Les lignes X *y*, X *y*, joignant le centre X aux sommets du demi-carré qui circonscrit le cintre de l'arcade coupent ce cintre en *h h;* menons des lignes semblables *x' y'*, *x' y'* dans l'arcade de droite, et traçons l'horizontale *h' h'* F, de même niveau que *h h* F'; celle-ci coupera *n' y'*, *x' y'* en deux points *h' h'* par lesquels passera la courbe de cintre *e' t' b'*, etc.

Fig. 126.

Le tracé serait analogue pour un portique intérieur *(fig. 124)*.

10. Perspective d'une voûte d'arêtes. Soit A B C D *(fig. 125)*, le plan de la voûte, que nous supposons carré; il a été tracé en conséquence. Il est aisé de tracer, à une hauteur donnée, le plan de naissance de la voûte, et plus haut en a' b' c' d', le plan du niveau des clefs des arcs de tête, que nous savons également déterminer. (V. n° 9).

Il ne reste plus qu'à tracer, par les méthodes connues, les cintres de tête $a\,b$, $b\,c$, $c\,d$, $d\,a$ et les axes surbaissés diagonaux B D, A C qui croisent le plan à la clef o.

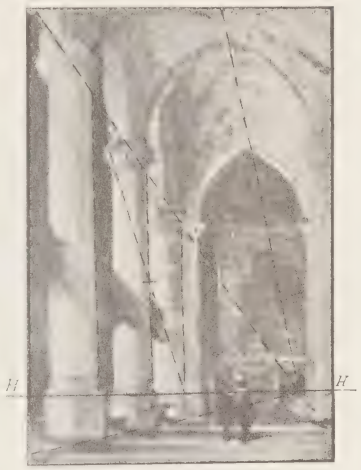


Fig. 127.

11. Perspective d'un amphithéâtre. — Traçons l'épure d'un théâtre-cirque à piste circulaire, avec une scène au fond et deux

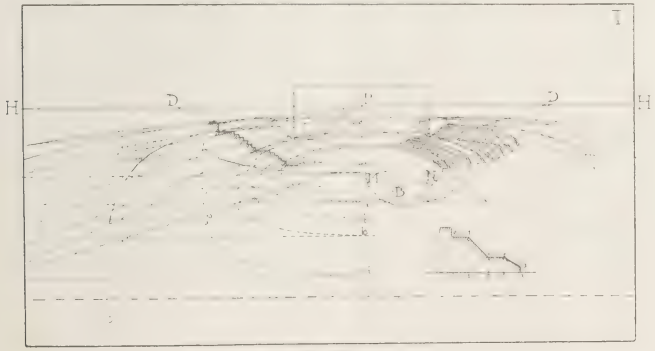


Fig. 128.

étages de gradins en amphithéâtre, entourés à chaque étage d'un chemin de ronde *(fig. 128)*.

Le point de vue est en O *(fig. 128)*, l'horizon en H H, le point principal en P, les points de distance en D D. Aux courbes pointillées concentriques marquées dans le géométral de la perspective (a, b, c, d, e), correspondent les ordonnées des mêmes indices notées dans la petite coupe transversale.

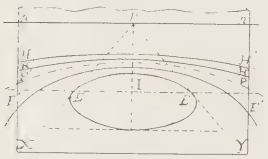


Fig. 129.

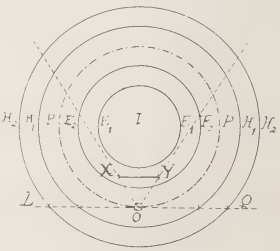


Fig. 130.

Photo Bernheim

Fig. 131.

Comme il a été expliqué plus haut, ces courbes sont des ellipses, des courbes fermées, hormis celle qui s'étend en deçà du point de vue, savoir la courbe *e*, qui est en courbe asymptotique, à nappes infinies.

Les courbes utiles, tracées aux niveaux $b' c' d' e'$ de la petite coupe en sont déduites par points, en relevant à leurs niveaux les points tels que m, n, p, b, c, d, à l'aide de fuyantes tracées sur le bord gauche du tableau et d'horizontales de front correspondantes.

Fig. 132

Pour démasquer le chemin de ronde B, la crête des gradins supérieurs a été interrompue de M en N.

Dans la figure 133, un tracé analogue a été appliqué aux étages superposés des galeries du Colisée, vues de l'intérieur.

12. Perspective des sphéroïdes. Silhouette. — Les procédés précédents donnent le moyen de déterminer l'image perspective de tous les points et de toutes les lignes d'une surface quelconque. Or, parmi les points de la surface d'un objet, il en est qui sont situés du côté de l'œil et qui sont vus; il en est d'autres, qui sont derrière et ne sont pas atteints par le regard. Il importe de déterminer la ligne qui sépare les surfaces vues de celles qui sont cachées.

Cette ligne constitue la *silhouette* de l'objet regardé. Elle est formée de la réunion des points de contact de toutes les lignes visuelles tangentes à la surface de l'objet *(fig. 135)*.

Ces points sont les mêmes que ceux qui séparent la partie éclai-

Photo Châteauneuf

Fig. 133.

rée de la partie ombrée, quand l'objet est éclairé par une source de lumière placée justement au point de vue. La solution du problème qui se présente ici sera donnée ultérieurement à propos du tracé des ombres.

Lorsque les surfaces délimitant l'objet sont planes, la ligne de silhouette correspond à une série d'arêtes qu'il est ordinairement aisé de déterminer.

Fig. 134.

13. Perspective de la sphère. — On peut obtenir la perspective d'une sphère en construisant une série de grands cercles de cette sphère tels que le grand cercle horizontal, celui de front et un certain nombre de méridiens et en traçant la courbe enveloppante de ces cercles.

On peut aussi construire une série de cercles horizontaux *(fig. 140)*.

On emploie l'un ou l'autre procédé suivant la nature de l'objet auquel on applique la forme sphérique. Ainsi pour tracer une coupole, le premier mode est ordinai-

Fig. 135.

Fig. 136

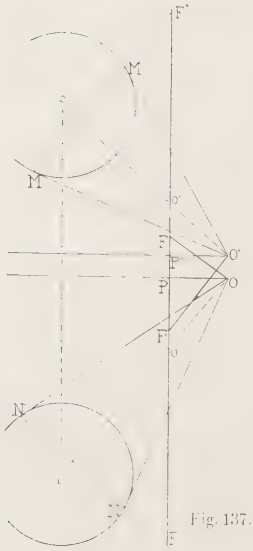


Fig. 137.

rement plus avantageux, les méridiens donnant des lignes utiles pour le reste du dessin. S'il s'agit d'un vase à panse sphérique, le second pourra être préférable.

L'image perspective de la sphère est une ellipse, sauf le cas où le centre se projette sur le point principal.

En effet, cette image résulte de l'intersection, par le plan du tableau F F, du cône des rayons visuels tangents à la sphère, cône coupant obliquement ce plan. Ce cône a pour base le petit cercle, ayant pour diamètres horizontal et vertical les lignes N N, M M. L'ellipse d'intersection a son grand axe dirigé

vers le point principal, et son petit axe est perpendiculaire à cette direction.

14. Perspective d'une coupole — Si l'on trace par la méthode indiquée des demi-cercles tels que L T' H, C T' D, E T' K, *(fig. 138)*, etc., sur une série de diamètres du cercle de base, ces demi-cercles se croiseront en des points tels que S', S'', S'''. La silhouette

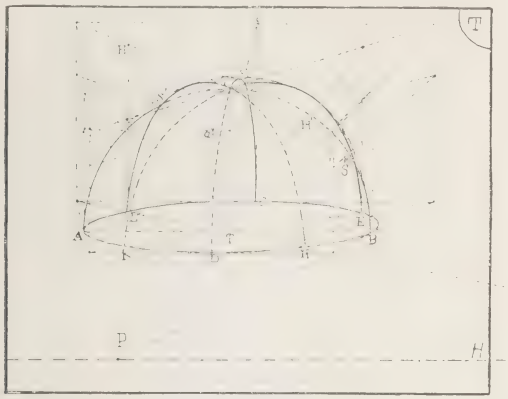


Fig. 138.

de la coupole sera donnée par les lignes formant enveloppe de ces demi-cercles.

Le plus souvent des lignes constructives et décoratives apparaissent le long de plans méridiens équidistants; on prend alors de préférence pour la construction de la silhouette ces demi-cercles. La coupole de Saint-Pierre de Rome *(fig. 139)*, et celle de Santa Maria dell' Salute, à Venise, *(fig. 135)* offrent des cas d'application de ce tracé.

Dans quelques autres cas, où la division structurale et décorative comporte le tracé des cercles horizontaux, comme au Panthéon *(fig. 140)*, on pourra se servir de ces derniers d'une manière analogue. On rentre alors dans le cas des surfaces de révolution, qui suit.

15. Perspective d'une forme de révolution. — Certains objets tournés offrant des surfaces de révolution, comme par exemple

les vases, se mettent en perspective très simplement d'après la méthode suivante.

Traçons dans le géométral une circonférence correspondant comme diamètre à la largeur de la plus grande section horizontale du vase et fixons la hauteur de celui-ci. Considérons un plan vertical de front passant par l'axe et traçons-y le profil.

Fig. 139.

Représentons ensuite d'autres plans verticaux passant par l'axe, et sur chacun traçons le profil correspondant. Nous aurons ainsi le nombre voulu de points appartenant à chacun des cercles qui constituent les lignes figuratives du vase.

Il faut pour cela tracer un grand nombre de fois le profil du vase réduit à des hauteurs absolues variées, correspondant à la hauteur perspective du vase prise à différentes profondeurs.

Or, rien de plus simple, si l'on recourt à l'emploi d'une échelle convergente, comme suit :

Traçons *(fig. 141)*, le profil du vase. D'un point S quelconque, menons des rayons vecteurs à tous les points intéressants du profil, 1, 2, 3. Ce tracé nous donne l'échelle en question.

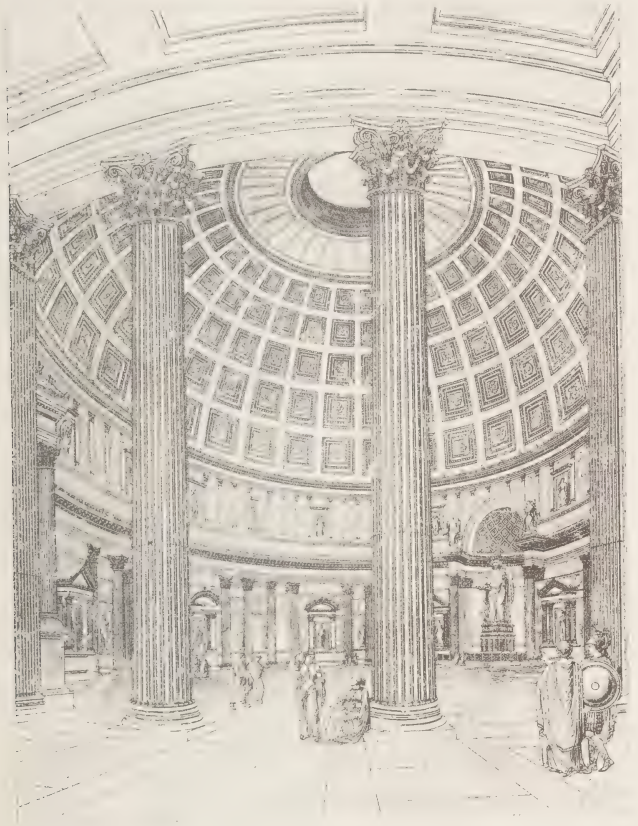


Fig. 140.

Maintenant, étant donnée une des hauteurs imposées au profil, soit la hauteur en *a*, on placera une bande de papier sur le faisceau de rayons vecteurs, de manière que son bord soit vertical et que ses extrémités coïncident avec la ligne extrême de l'échelle; sur

cette bande, on marquera avec soin des traits de repère 2, 3, 4, 5, au droit des rayons vecteurs. Reportant la bandelette sur la verticale telle que celle en *a*, on y marquera le niveau 2, 3, 4

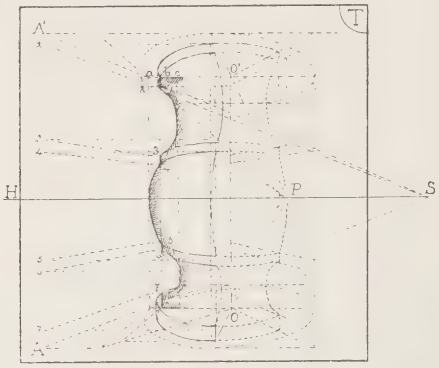


Fig. 141.

On opérera d'une manière analogue pour réduire proportionnellement les mesures horizontales des profils *b*, *c*.

L'ensemble des points coordonnés permettra de tracer aisément les profils d'où l'on déduira tout le dessin.

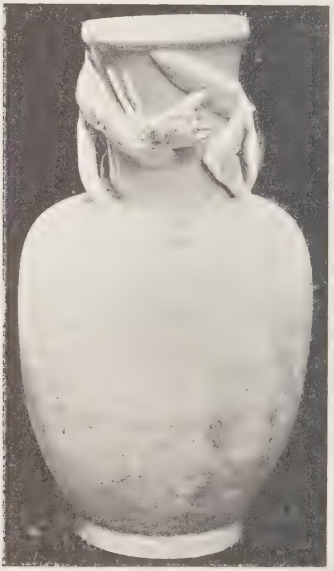


Fig. 142.

C. — PAYSAGE.

1. Choix du point de vue. — 2. Position du plan du tableau. — 3. Anamorphoses. — 4. Rectifications mentales. — 5. Unité du tableau. — 6. Hauteur de l'horizon. — 7. Perspectives contradictoires.

1. Choix du point de vue. — Choisir un point de vue est une affaire de goût et de sentiment artistique.

Nous entendons par là la détermination du point où se place le dessinateur pour voir l'objet à reproduire. Il doit choisir celui d'où l'objet s'aperçoit sous l'aspect le plus intéressant.

Devant le paysage, cela revient à choisir *le centre* du site, le point autour duquel s'étend la région la plus digne de l'attention, la plus avantageuse à reproduire. C'est ce que Corot appelait : « savoir s'asseoir ».

Le point de vue choisi, il s'agit de limiter le champ de la perspective vers le haut et vers le bas, vers la droite et vers la gauche, en d'autres termes, au-dessus et au-dessous de l'horizon, de part et d'autre du plan vertical médian.

Un champ trop vaste forcerait le dessinateur à tourner la tête en sens divers; de là naîtraient différentes vues distinctes qu'il est impossible de rendre en se servant du même point principal et du même tableau. Un tableau ne comporte qu'une seule direction du rayon visuel principal. En mettant sur le tableau des lignes qui ont apparu à l'observateur sous des regards jetés par lui à droite et à gauche, on mêlerait ensemble les tracés perspectifs de plusieurs tableaux différents.

Donc, le dessinateur doit absolument se borner à reproduire ce qu'il peut voir nettement sans tourner la tête, dans une direction déterminée, et les images correspondant à cette direction sont, à la rigueur, limitées dans un angle d'environ 28°, ce qui correspond à une largeur de tableau égale à la moitié de la distance entre le tableau et l'œil.

Une distance notablement plus grande suppose un recul trop considérable du tableau, eu égard à la vision distincte. Au point

de vue de la perception nette du dessin ou de la peinture, on a tout intérêt à rapprocher le tableau de l'œil.

Devant la nature, le paysagiste peut se servir, pour limiter son sujet, d'un cadre en bois partagé par des fils de crin, suivant

Fig. 143

la médiane verticale et suivant une horizontale ordinairement un peu abaissée sous le milieu du tableau *(fig. 143)*.

Il limite la vue en éloignant à la distance convenable le cadre tenu verticalement devant les yeux, de manière à n'y faire entrer que la partie utile, intéressante, voulue du paysage, comprise sous l'angle limite indiqué plus haut.

Il centre la vue, en amenant dans le champ ainsi délimité la partie principale; pour cela, il déplace le cadre de droite à gauche ou vice-versa.

Il fixe l'horizon du tableau, en amenant le fil horizontal devant l'horizon réel. Pour cela, il peut se servir d'un moyen auxiliaire, comme une équerre, ou un papier plié en quatre; l'un ou l'autre lui donnera un angle droit. Cet angle droit, il le présentera à bout de bras, le côté de dessus dirigé comme le regard, l'autre maintenu sensiblement vertical. Montant et descendant l'équerre, il amènera son bord de dessus au niveau de l'œil; il notera alors un repère du paysage correspondant à ce niveau, auquel doit être placé le fil horizontal. Les dessinateurs exercés s'en tirent à l'aide d'un crayon présenté droit devant l'œil.

A présent, le gabari est fini, et l'on a dans le cadre l'image à reproduire dans sa position définitive.

2. Position du plan du tableau. — Théoriquement, la surface du tableau peut être quelconque. On peut parfois, très avantageusement, faire usage d'un tableau concave; on fait aussi, notamment dans l'art des plafonds, des peintures sur tableau horizontal. Dans les musées, on incline volontairement les grandes toiles. Mais, en général, nous devons considérer le tableau comme vertical.

Reportons-nous à ce qui a été dit de la direction du regard et de la ligne *visuelle* de l'œil. Les deux lignes visuelles des deux yeux convergent vers les objets rapprochés. Lorsque nous avons à regarder une surface plane, l'expérience montre que, pour apercevoir plus favorablement l'ensemble de ses points, il est bon de la présenter à nos yeux de manière à ce qu'elle soit perpendiculaire à nos lignes visuelles, de manière que les distances d'adaptation soient sensiblement les mêmes pour tous les points de la surface. Si le tableau était plan et oblique par rapport à la direction moyenne du regard, chaque point du champ *a b c (fig. 144)* devrait être observé avec son accommodation particulière de l'organe oculaire, c'est-à-dire au moyen d'un effort fait en modifiant légèrement la convexité du cristallin pour chaque point regardé.

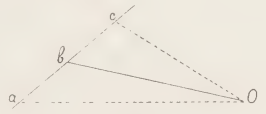


Fig. 144.

Cet effort, on doit inévitablement le faire chaque fois qu'on se rapproche ou qu'on s'éloigne du tableau; mais il importe de ne pas y être obligé chaque fois que, dans une même station, on promène le regard d'un point à un autre. Or, quand nous sommes au repos, la tête droite, les lignes visuelles sont horizontales. Si

le tableau est vertical, *posé de front*, il est dans la station normale.

Il ne réalise jamais l'idéal au point de vue qui nous occupe. Pour un seul œil, la surface parfaite serait une sphère ayant son centre au point de vue o; pour deux jeux conjugués, le mieux serait une surface moyenne entre deux sphères pareilles ayant leurs centres aux deux yeux *(fig. 145)*. Mais en pratique, on est amené à considérer comme excellent un tableau plan, vertical.

Fig. 145.

3. Anamorphoses, — Par le fait de l'emploi d'un tableau plan substitué à un tableau idéal qui devrait être concave, il se produit une imperfection de la vision dans les parties les plus éloignées du centre du tableau.

La vision de la nature se produit sans l'interposition d'un tableau par un regard mobile, qui se meut dans un champ visuel.

Si nous devions concevoir l'ensemble des objets qui nous entourent comme projetés sur une surface, la surface que nous imaginerions serait une surface sphérique que nos regards parcourraient comme on parcourt la toile cylindrique d'un panorama.

Les vues que nous traçons en perspective centrale sur un tableau plan ne sont exactes que dans l'hypothèse que la surface du tableau ne s'écarte pas sensiblement d'une surface sphérique, et pour cela, le plan doit être très limité.

Quelque limité qu'il soit, le tracé est *défectueux* dans les portions de tableau qui s'éloignent de son centre. Ces imperfections consistent dans la déformation de l'image dont nous nous rendons compte en nous exerçant à des tracés perspectifs; on les appelle *anamorphoses*. Elles sont pareilles à celles que subissent les photographies faites avec un objectif à foyer trop court.

De là la nécessité de la *limitation du champ*.

Les auteurs ont varié quant à la grandeur qui convient au champ du tableau.

Léonard de Vinci fixe la distance du point de vue d'un tableau au double de la grandeur de ce tableau. — Pérussi, à une fois et demie, — Valenciennes, à deux ou trois fois, — Vergnaud limite l'angle optique entre 45° et 60°. — J.-B. Cloquet admet jusqu'à 90°, — C. F. A. Leroy, professeur à l'Ecole Polytechnique de Paris, va de 20° à 50°. — A. Guiot conseille deux fois la largeur

du cadre pour les distances, — Adhémar admet 1 fois ½ la largeur du cadre pour la distance, — Pillet admet 2 fois la largeur du cadre, — D. Bossuet admet 2 à 3 fois cette largeur.

Ces écarts énormes s'expliquent par le fait, que ces auteurs envisagent des applications très diverses de la perspective. Le champ doit être surtout limité pour des rendus précis d'images linéaires destinés à tromper l'œil.

Le diamètre limite du *cercle visuel* est considéré comme égal à la distance principale.

Dans des peintures qui doivent rendre d'une manière délicate des effets d'illusion, il convient de donner au tableau plan des limites étroites Brucke et Helmholtz, dans leur ouvrage sur les *Principes scientifiques des beaux-arts*, indiquent les règles suivantes : porter la distance D (distance de l'œil au tableau) à droite et à gauche *(fig. 146)*, en haut et en bas du point central, sur l'horizontale et la verticale, en D_1, D_2, M_1, M_2 ; on forme ainsi un losange qui contient la surface utilisable du tableau. Le cadre du tableau peut s'inscrire dans ce losange.

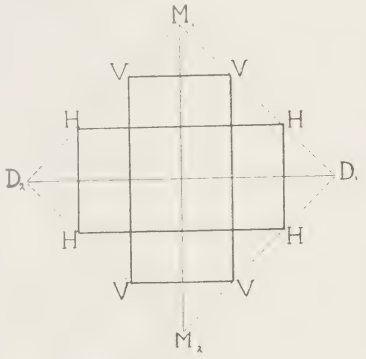


Fig. 146

Pour un tableau développé en hauteur, comme un portrait en pied, on prendra un contour tel que V V V V ; pour une peinture développée en largeur, comme un paysage, on prendra un cadre comme H H H H.

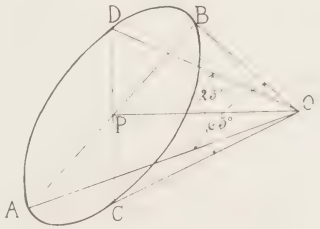


Fig. 147

Dans le cas d'un paysage, on donne encore comme règle de déterminer le point de station O *(fig. 147)*, de manière à embrasser

l'horizon sous un angle A O B de 65°, et la hauteur du terrain au ciel, soit un angle D O C de 25°.

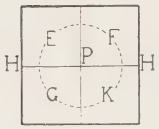


Fig. 148.

Le diagramme D D M M *(fig. 146)* est préférable à un gabari oval, attendu que les anamorphoses qui se produisent dans les angles E F G K *(fig. 148)* donnent lieu à des déformations de *gauchissement* plus choquantes que celles qui se produisent suivant les axes horizontaux et verticaux, lesquels ne sont que des *raccourcis*.

Cette question de la position du spectateur par rapport aux choses à représenter est soumise, d'ailleurs, à l'empire du sentiment.

Les artistes qui dessinent une scène se passant à l'intérieur d'une chambre, d'une galerie, se trouveraient engagés dans de grosses difficultés, s'ils devaient se conformer aux données de la réalité; ils manqueraient de recul.

Il est d'usage, alors de dessiner les choses, non pas telles qu'on les voit, mais telles qu'on les verrait si l'on pouvait supprimer l'un des murs; sans quoi, les objets trop rapprochés du cadre offriraient parfois de monstrueuses anamorphoses.

Dans les portraits peints de trop près, avec une fidélité photographique, les mains des personnages paraissent énormes. Une colonne, avec sa base vue d'en haut et son chapiteau vu d'en bas, peut déséquilibrer l'ordonnance d'un tableau. Aussi la reculée, dont les photographes ne disposent pas toujours, le peintre se la donne régulièrement par la plus légitime des tricheries.

Le recul devant les objets considérables et les édifices, permettant de mettre toutes les lignes à leur plan, est d'environ 10 mètres.

L'étendue du champ utilisable est relativement grande pour la peinture, où la troisième dimension est accusée moins par la perspective linéaire, que par les effets de la perspective aérienne.

Elle est relativement petite pour les vues d'architecture, où les anamorphoses deviennent vite choquantes, et aussi pour les figures isolées qui occupent une grande partie du tableau, car ici les déformations perspectives sont sensibles même aux profanes.

Cette étendue est la plus grande pour les compositions à nombreuses figures toutes relativement petites et sans architecture.

4. Rectifications mentales. — En ce qui concerne l'effet des anamorphoses, il faut compter non seulement avec la vision pu-

rement physique, mais encore avec l'appréciation du spectateur. A cet égard, son esprit agit dans deux sens opposés.

D'une part, il rectifie les déformations; il arrive, en effet, que notre âme ne nous dit pas la même chose que la géométrie. Quand je vois un homme à cinq pas, la géométrie me dit qu'il me paraît deux fois à peine plus grand qu'à dix pas; mais comme je sais que c'est un homme et que je connais sa taille, il m'apparaît bien moins différent dans les deux cas. Ainsi le témoignage de mes yeux est contredit par l'arrêt de mon intelligence. Il y a là un conflit délicat, que l'artiste doit apaiser à l'aide de son tact.

Mais, d'autre part, celui qui contemple un tableau ne perd pas facilement le sentiment de la matérialité de la surface sur laquelle il a été exécuté. Tant que ce sentiment subsiste, il se livre dans l'esprit de l'observateur, à son insu, un débat entre l'effet de ses impressions visuelles et l'illusion que l'artiste s'est attaché à produire. L'observateur sait qu'il a devant lui, non pas le vrai paysage, mais la surface matérielle d'une toile. Il apprécie les étendues, non par les grandeurs des images rétiniennes perçues, mais au moyen d'idées inconscientes des grandeurs, telles qu'il les mesurerait en se déplaçant le long de la surface du tableau. Et dans cette conception, les déformations des objets voulues par la perspective pour faire illusion lui apparaissent comme des altérations réelles de leurs formes plutôt que comme des images exactes.

C'est ainsi qu'un dessinateur novice, dessinant un cube placé de front, ne lui donne jamais un raccourci suffisant. Un spectateur peu initié à la perspective se trouve surpris de voir l'image d'un grand steamer représenté de biais, s'offrir sous la forme d'un triangle, dégénérer en pointe à la poupe, ou de voir l'image d'un train proche et long finir en queue effilée.

5. Unité du tableau. — En composition artistique, un tableau est la représentation de choses qui forment un tout et dont l'ensemble doit être embrassé d'un coup d'œil, dans un sentiment d'unité.

L'unité est essentielle à tout spectacle qui s'adresse à l'âme. L'intelligence peut bien connaître les choses par le détail et en faire ensuite une synthèse, mais le sentiment n'est impressionné que par un spectacle saisissant perçu en une fois.

Si l'on veut éveiller une émotion artistique en représentant une action, il est indispensable que cette action soit une, que toutes les

parties du tableau concourent à une unité dominante. Or, l'unité d'action est inséparable de l'unité de lieu, et l'unité de lieu entraîne l'unité du point de vue.

L'expérience nous apprend que nos yeux ne peuvent embrasser un objet d'un seul regard qu'à une distance deux ou trois fois plus grande que la plus grande dimension de l'objet.

L'unité est réalisée dans l'ordonnance par une disposition bien marquée de l'ensemble. L'ordonnance offre une série de modes divers :

L'ordonnance *convexe*, fréquente, par exemple, dans les tableaux de Rubens, met en relief la figure centrale.

L'ordonnance *concave*, souvent réalisée par Raphaël, offre un autre moyen de concentrer le regard.

Rubens a réalisé une composition *diagonale* dans sa célèbre *Descente de Croix*. Cette ordonnance secoue l'attention par une obliquité imprévue.

Ces considérations relèvent de la composition artistique, mais la perspective y est intéressée pour le choix du point de vue.

En effet, ce point doit être choisi de la manière la plus favorable à l'unité artistique. Non seulement l'artiste doit choisir un point de vue devant la scène, mais il doit comprendre dans son tableau, autour de ce point de vue, un ensemble de choses disposé de la façon la plus avantageuse pour faire partager au spectateur l'impression qui l'a saisi lui-même.

Envisageant les choses dans cet ordre d'idées, il faut remarquer que le centre moral, le point où se concentre l'intérêt du sujet, ne coïncide pas nécessairement avec le centre géométrique du tableau. On peut donc se demander, s'il convient de placer le point principal au centre, ou s'il ne faut pas, dans un cas déterminé, le déplacer vers la droite ou vers la gauche, vers le haut ou vers le bas.

Il peut y avoir lieu de le déplacer à droite ou à gauche.

Dans le but d'ordonner certaines compositions dans une parfaite unité, des maîtres n'ont pas hésité à placer le point principal à l'un des bouts du cadre, pour faire coïncider le centre de la perspective avec le point capital de l'action. C'est ce qu'a fait, par exemple, Lesueur, pour la plupart de ses vingt-deux compositions de la Vie de Saint Bruno; d'autres grands peintres l'avaient fait avant lui. Par cet expédient ils ont maintenu la prééminence optique au centre moral de leur composition, alors qu'ils étaient

amenés à placer loin du centre du tableau le nœud du drame. La convergence des lignes perspectives, surtout des lignes d'architecture, qu'on fait fuir ordinairement au point principal, donne en effet une grande valeur à ce point, qui appelle l'attention du spectateur et la rappelle.

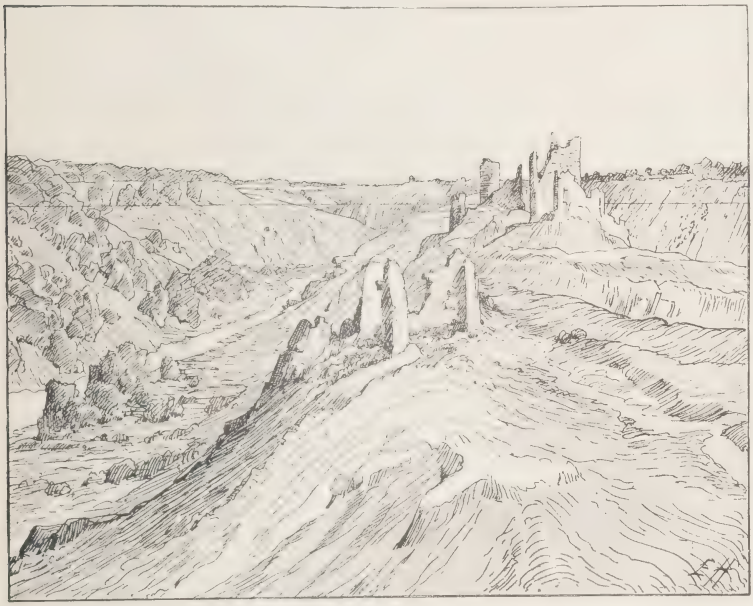


Fig. 149. — Horizon placé très haut.

Il y a d'ailleurs deux choses à considérer ici : la beauté morale et poétique, qui répond au sentiment, et la beauté optique, qui répond au plaisir des yeux.

Dans les compositions appelées à jouer un rôle monumental et décoratif, on fixe de préférence le point principal au centre du tableau. Il résulte de ce fait une symétrie et parfois un calme majestueux qui convient, par exemple, à un sujet religieux, aux scènes historiques. L'équilibre optique résultant de l'égalité des masses

assure à la composition une sorte de pondération favorable, même à l'effet moral.

6. Hauteur de l'horizon. — Les mêmes considérations s'appliquent au choix de l'horizon. En effet, si le point principal peut, suivant les circonstances, être avantageusement déplacé vers la droite

Fig. 150. — Horizon bas.

ou vers la gauche, il peut aussi être plus où moins abaissé où relevé, et l'horizon avec lui.

Pratiquement le dessinateur, s'il n'a pas devant lui la mer, qui lui fournit un horizon *naturel*, se donne un horizon *rationnel;* et nous avons vu plus haut par quel moyen il le détermine.

C'est ensuite une question de goût, que de fixer la hauteur des deux bords du cadre par rapport à la ligne d'horizon. Les maîtres placent souvent cette ligne au tiers, par le bas, de la hauteur du

tableau. Mais cela dépend des sujets. En paysage, on relève davantage l'horizon si l'on veut obtenir un beau développement de terrain *(fig. 149)*; on l'abaisse, au contraire, si l'on veut se donner du ciel et de l'air *(fig. 150)*.

En général, il y a un inconvénient à mettre l'horizon en haut; cela donne aux objets placés à l'avant-plan du tableau une inclinaison ascensionnelle fâcheuse; mais cela peut avoir son utilité. Pour la peinture d'une bataille, on choisit souvent un horizon élevé, correspondant, par exemple, au sommet d'une éminence d'où l'on peut embrasser l'étendue de l'action. S'il s'agit d'une scène intérieure, en plaçant l'horizon à la hauteur d'une personne debout, on donne au spectateur l'impression d'être mêlé à la compagnie.

Fig. 151.

En tout cas, le point principal doit être placé de telle manière, que l'œil du spectateur puisse atteindre à son niveau, quand le tableau est placé dans un plan vertical. Si le tableau est très grand, on est obligé, en l'exposant, de l'incliner par rapport à la surface des murs, de manière à amener au niveau de l'œil la ligne de vision correspondant au point principal, pour un spectateur stationnant à la distance convenable *(fig. 151)*.

Sauf les tableaux susceptibles d'être penchés comme nous venons de l'indiquer, la position de l'horizon doit être établie en tenant compte de la place qu'occuperait le tableau utilisé.

Autrefois, les peintures de chevalet avaient une destination prévue, et une position déterminée d'avance leur était réservée dans l'usage. C'étaient, par exemple, des retables d'autels; la plupart des triptyques et des tableaux à volets qui composent les trésors de nos musées d'art ancien, ne sont pas autre chose. Ces tableaux étaient nécessairement placés dans la position verticale, à un niveau élevé. Il en résultait que le point de vue perspectif échappait à l'observateur; de là l'impossibilité de réaliser une perspective correcte. Il est vrai que ces peintures étaient traitées dans un genre conventionnel, qui les affranchissait des règles de la perspective

réaliste. On recourait à un paysage idéal, ou bien l'on détachait les personnages sur des fonds d'or, ou sur le fond de courtines, etc...

Mais à la Renaissance, les retables proprement dits firent place à des tableaux de grandes dimensions, avec des fonds de perspective profonde. Fra Bartholomeo imagina l'un des premiers d'abaisser la ligne d'horizon vers le bord du cadre, et son exemple a été suivi par Montegna et d'autres maîtres, qui font passer la ligne d'horizon au niveau des genoux ou des pieds de leurs madones.

Cette question de la hauteur de l'horizon peut constituer un écueil pour les portraits modernes, qu'on a l'habitude de faire trop grands, et qui sont le plus souvent accrochés au mur de manière qu'un rayon visuel horizontal tombe vers le bas du tableau, sinon au-dessous du cadre. Les portraits, de grandeur sagement modérée, comme ceux des Holbein, des Rembrandt, des Van Oost, etc., échappent à ce travers.

7. Perspectives contradictoires. — Il faut se garder, en général, d'introduire, dans un tableau, des perspectives doubles ou multiples. Ce défaut est assez fréquent, qui consiste à dessiner telle partie de la composition d'après un point de vue, telle autre d'après un autre point de vue. C'est un procédé commode pour éviter certaines difficultés de dessin. Quand même cet artifice n'est pas aperçu par le spectateur, il lui procure une gêne, qui fait tort à l'effet de la composition.

A la Renaissance, pour résoudre les difficultés que nous venons de signaler, résultant de la hauteur du tableau sur le mur, on a souvent fait usage d'un *double horizon*. Nous en donnerons pour exemple la fresque de Mantegna représentant le *Martyre de saint Jacques*. Les personnages et les architectures encadrant la scène ne sont pas tracés d'après le même horizon.

La part du sentiment est si grande en peinture, que plusieurs grands maîtres se sont affranchis volontairement de certaines règles de la perspective. Paul Véronèse a introduit plusieurs lignes d'horizon dans les *Noces de Cana*. Ici, la grandeur et la complexité du tableau rempli d'épisodes sans unité rigoureuse, fait que le spectateur est dans le cas de s'intéresser successivement aux différents groupes, plutôt que d'envisager l'unité du sujet.

CHAPITRE VIII

MÉTHODES PRATIQUES

1. Mise en perspective d'un objet d'après un plan. — 2. Perspective d'un site urbain. — 3. Procédé des rayons vecteurs. — 4. Graticulage. — 5. Perspective rapide (méthode de La Fresnaye).

1. Mise en perspective d'un objet d'après un plan, — Si l'on veut mettre en perspective un objet, un édifice etc... non pas d'après nature, mais d'après une représentation géométrique, on prendra généralement pour base des opérations le plan géométral de l'objet, et l'on construira le plan à terre. Alors, on cherchera le côté le plus intéressant à reproduire. Dans la direction choisie, on marquera le point de vue à la distance qui paraîtra convenable. On y attachera une épingle, à laquelle on fixera un fil, qu'on pourra déplacer sur le dessin, de manière à s'assurer que dans la perspective apparaîtront convenablement les faces de l'objet que l'on désire faire voir, et qu'il n'y a pas d'occultations fâcheuses; le fil limitera, dans ses positions extrêmes, le champ de vision; on s'assurera qu'on n'a pas dépassé un angle d'environ 30°. Cela fait, on fixera la hauteur du point de vue d'après l'importance que l'on veut donner à la vue du terrain et d'après la direction qu'on jugera la plus favorable pour réaliser une vue plus ou moins plongeante.

Le point de vue ainsi fixé, il reste à opérer par l'un ou l'autre procédé.

On pourra notamment construire le plan de l'édifice (s'il s'agit d'une perspective architecturale), dans le plan géométral, et établir ensuite les élévations par le moyen des échelles fuyantes. Le point de départ est la construction du principal rectangle du plan, donnant les points de fuite de deux directions maîtresses.

On pourra aussi représenter en dessin hortogonal la projection horizontale et la projection verticale sommaires de l'édifice, et

figurer sur le même plan de projection le point de vue en projections horizontale et verticale. Puis on construira les rayons visuels aboutissant aux points principaux de l'édifice. On marquera sur la projection horizontale la trace du plan du tableau. Enfin, ayant rabattu ce plan, on construira les intersections de ce tableau

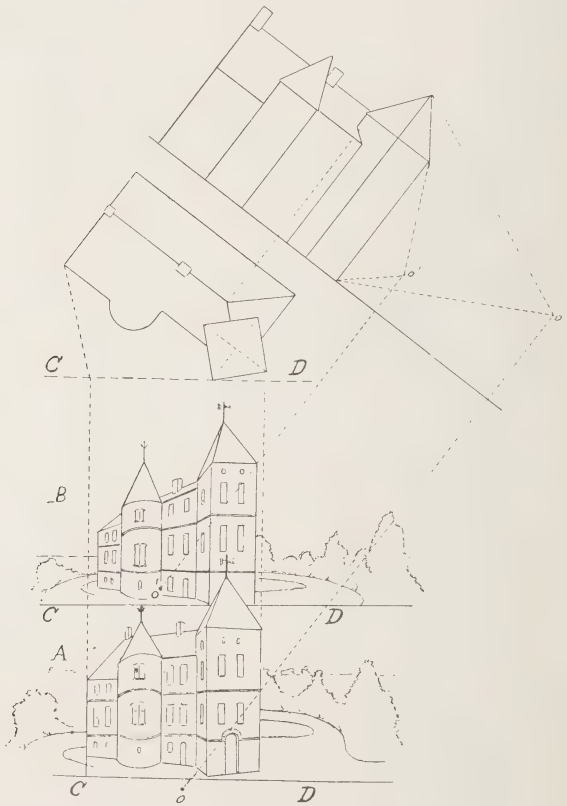


Fig. 152.

avec les rayons visuels. En joignant ces points, on obtiendra les lignes maîtresses de la perspective, qu'il sera aisé de compléter à l'aide des points de fuite fournis par ces premières lignes.

Remarquons qu'il y a avantage à choisir pour la base du tableau une ligne C D *(fig. 152)* passant par un point A, qui appartienne à une des verticales de l'objet à mettre en perspective. En effet, sur cette verticale contenue dans le tableau lui-même on pourra prendre des niveaux à l'échelle de la projection et les reporter sur les parties d'arrière-plans à l'aide de fuyantes à l'horizon.

Notre figure 152 montre deux aspects fort différents d'un même édifice, selon le choix du point de vue. La vue A est celle qui est prise du point de vue O; la vue B est prise du point de vue O', plus rapproché de l'édifice.

Procédés expéditifs. — Pour des rendus rapides d'architecture où dominent deux directions des façades, d'équerre l'une sur l'autre, l'architecte se donne souvent de manière arbitraire, à partir d'un coin d'avant-plan A, les deux fuyantes principales du géométral, A F, A F' *(fig. 153)*. Ces deux lignes représentant deux droites per-

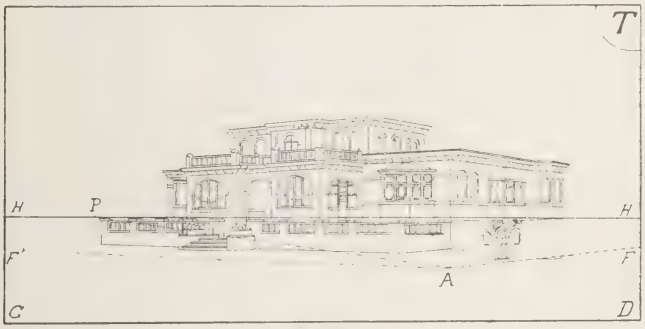


Fig. 153.

pendiculaires l'une à l'autre; on peut les considérer comme des fuyantes aux *points de distance*, ce qui revient à admettre que l'édifice est orienté de manière que la bissectrice de cet angle soit perpendiculaire au tableau. Dès lors, on aura le point principal en prenant sur l'horizon, choisi aussi à volonté, le point P, milieu entre les deux points F F' où il est coupé par les deux premières lignes, qui coïncident avec le point de distance et avec des directions à 45° sur le tableau. Le reste découle de ce premier tracé.

2. Perspective d'un site urbain. — Nous donnons comme exemple

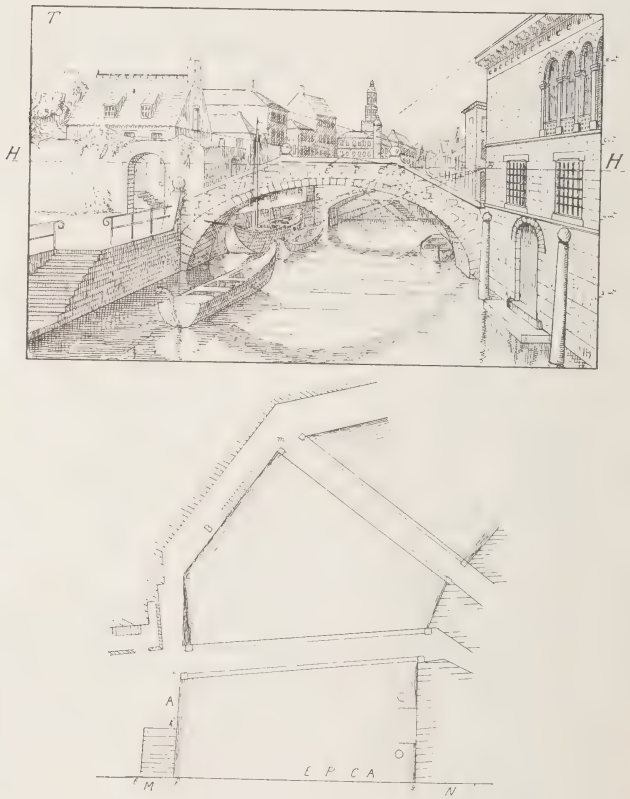


Fig. 154 et 155.

un quartier de ville traversé par un canal *(fig. 154)*, lequel est fran-

chi par deux ponts et bordé de quais. Ceux-ci comportent une série d'alignements successifs, avec des rangées de maisons qui leur sont parallèles. — La figure 155 représente le plan topographique. Choisissons le point de vue O et traçons l'angle M O N qu'embrasse notre vue. Menons O P bissectrice de cet angle et traçons la base du tableau suivant M N, perpendiculaire à O P; M N sera la ligne de terre et P, le point principal. Du point O menons O A, O B, O C, parallèles aux divers alignements des quais et des maisons.

Opérons sur le tableau T. Etablissons l'échelle des mesures sur le bord de droite; l'échelle est ici supposée double de celle du plan. Déterminons à volonté la hauteur du point de vue par rapport à la base du tableau, et traçons l'horizon H H, et au milieu, le point principal P. A partir de P portons (à l'échelle double) les distances O A, O B, O C, du plan. Les points A, B, C... seront nos points de fuite.

Sur la ligne de terre, nous pouvons prendre les points initiaux des lignes de fuite principales tels que *e*, *f*, *g*, etc. A l'aide des points de distance, des fuyantes A, B, C, des fuyantes principales et de l'échelle verticale, nous déterminerons aisément les principales lignes de la perspective.

3. Procédé des rayons vecteurs. — Pour mettre en perspective un site étendu, urbain ou agreste, on peut recourir au procédé plus expéditif que nous allons indiquer, et qui a été indiqué par J.-B. Cloquet.

Sur le plan terrier *(fig. 156)* on établit la projection horizontale du point de vue O, et la base du tableau; puis, choisissant des points caractéristiques du site, on les numérote, et on les joint au point O par des rayons vecteurs; on marque des mêmes numéros les intersections de ceux-ci avec la ligne de base.

On prépare ensuite le tableau en y marquant l'horizon à la hauteur, à partir de la ligne de terre C D *(fig. 157)*, qui correspond au niveau du point de vue au-dessus du sol; puis on reporte sur la ligne de terre de la figure 157, les points de la figure 156, correspondant aux rayons vecteurs avec les mêmes numéros; on tire de chacun une verticale dans le tableau. En troisième lieu, on trace *(fig. 158)*, une horizontale H H correspondant au terrain, une verticale M V, figurant la position du tableau, et l'horizontale S O cor-

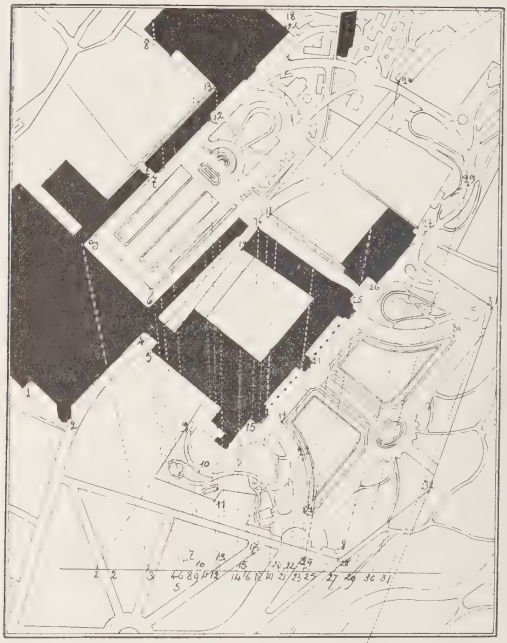


Fig. 156.

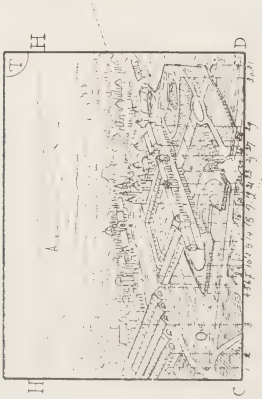


Fig. 157

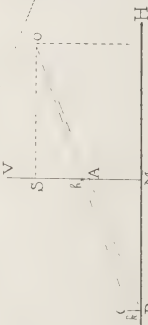


Fig. 158.

respondant au niveau du point donné. Ce schéma nous servira à mesurer les profondeurs en perspective.

Proposons-nous maintenant de mettre en perspective un point quelconque du site, soit le point portant le n° 21, qui correspond à l'entrée centrale de l'édifice principal.

Nous mesurerons *(fig. 156)* sur le rayon vecteur la distance entre le point 21 et la base; nous porterons cette longueur sur la figure 158 à M B; nous prendrons sur l'horizontale en S un point O distant de la longueur mesurée dans le plan, sur le rayon vecteur (O — 21), entre le point O et la ligne de base; joignons enfin O à B, nous aurons à l'intersection de O B avec la verticale M N le point A, perspective du point donné. Portons la hauteur M A dans la figure 157 au droit du point 21, au-dessus de C D, nous aurons le point cherché dans le géométral.

Tous les autres points pourront être déterminés de la même manière.

Remarquons toutefois que, dès que nous aurons déterminé deux points d'une direction, nous pourrons déduire le point de fuite de cette direction, et, si ce point de fuite tombe dans les limites du dessin, il pourra servir à tracer toute droite parallèle à cette direction, dont un point soit connu.

Une fois effectué le tracé dans le géométral, il reste à dessiner les objets en élévation. Or, les hauteurs de chacun des points, tels que le point 21, peuvent être déterminées comme suit :

Reportons-nous *(fig. 158)*, au point B; élevons une verticale B C et prenons-y la hauteur voulue O C; joignons C O; les deux lignes O B, O C, intercepteront sur la verticale M V une hauteur *h*, qui sera la hauteur cherchée.

Nous donnons *(fig. 159)* un second exemple, celui du delta d'un fleuve, mis en perspective d'après une carte géographique. La base du tableau *c d* étant petite, et la perspective dessinée à une échelle agrandie, les mesures le long de la base seront amplifiées à l'aide de l'échelle convergente, qui les reporte sur la ligne C D; celle-ci peut être prise égale à la largeur du tableau.

Si celle-ci en diffère un peu, on pourra reporter les distances proportionnelles C D' en C D, par le tracé réducteur qu'indique la figure 160.

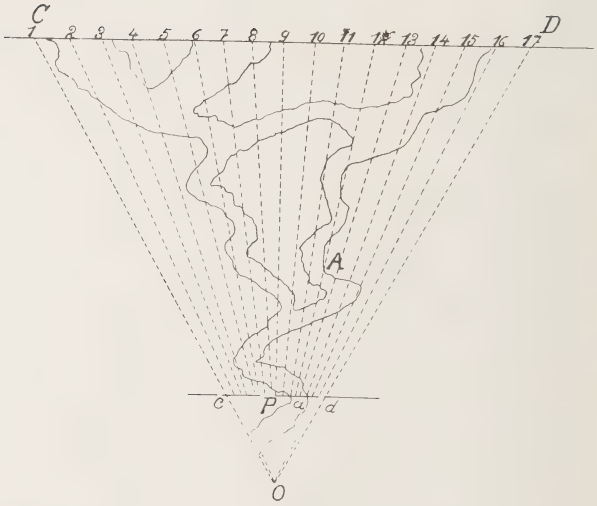


Fig. 159.

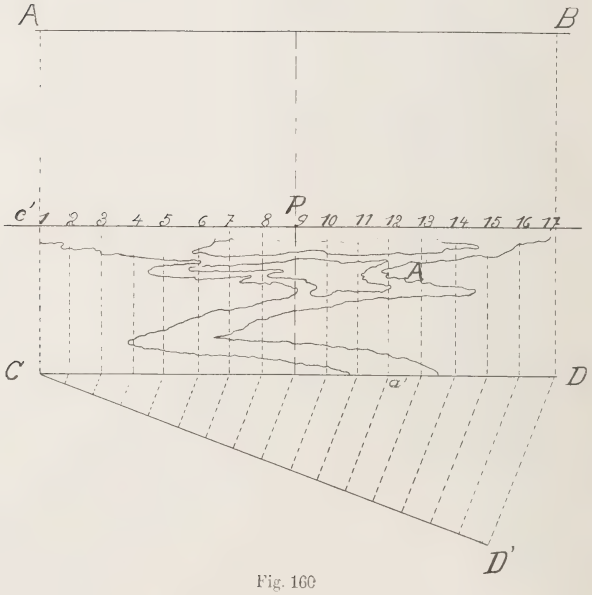


Fig. 160

Ici, au lieu de choisir des points de repère dans le paysage, on a tracé une série de rayons vecteurs par des points équidistants de la base, et l'on a construit en perspective les points d'intersection de ces rayons vecteurs avec les lignes du paysage.

Ce tracé peut s'appliquer, au cas de la perspective plongeante, indiquée plus loin, aussi bien qu'à celui où le tableau est vertical.

4. Craticulage. — Pour mettre en perspective un objet irrégulier très étendu en superficie, en particulier un paysage mouvementé, tel qu'un parc, on procède à l'aide d'un canevas quadrillé.

On prend pour base un plan de niveau moyen; on couvre le plan d'un système de droites de front et de droites perpendiculaires à celles-ci, les unes et les autres équidistantes et formant un réseau nommé *craticulage*.

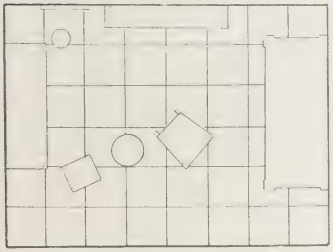


Fig. 161.

Fig. 162.

On met le canevas en perspective. Puis on repère les points où les lignes courbes ou irrégulières du terrain coupent le réseau, et spécialement les points de croisement, d'inflexion, etc., à l'aide des côtés des carrés du réseau, on dessine en perspective, de sentiment, les tracés dans le géométral.

Ensuite on élève aux points principaux des verticales, sur lesquelles on prend, à l'aide de l'échelle des dégradations perspectives, les hauteurs d'après les côtes mesurées sur le terrain, des points les plus caractéristiques, des accidents de niveau, etc., ce qui permet d'achever la vue perspective.

On pourrait de même établir la perspective d'une salle remplie

de meubles et d'objets placés d'une manière irrégulière *(fig. 162 et 163)*.

5. Perspective rapide. — *Méthode de la Fresnaye.* — Le lieute-

Photo Neurdein.

Fig. 163.

nant-colonel de la Fresnaye vient de faire connaître [1] une méthode d'une admirable facilité, basée sur l'emploi du *faisceau à projeter*, dont nous empruntons l'exposé à M. G. Lefol [2].

« Le principe fondamental en est très facile à saisir : trois rayons *(fig. 164)*, S M, S N et S Q, issus d'un même point S, constituent un faisceau mobile autour de ce point; l'un des rayons extrêmes, S M, s'appuie sur la figure F à mettre en perspective, tandis que l'autre rayon extrême S Q rencontre constamment un axe fixe E-E'; les solutions sont fournies par le rayon intermédiaire que coupent les droites joignant les points d'intersection des rayons extrêmes avec la figure et avec l'axe fixe.

1. C. de la Fresnaye. *Le Faisceau à projeter*. Libr. de la Construction moderne, Paris. 1910.

2. *L'Architecture*. année 1910. p. 360.

» Ainsi dans la figure ci-contre, le faisceau a son rayon S M qui s'appuie sur la figure en *m* et le rayon S Q qui rencontre l'axe fixe en *a*, la droite *m a* coupe le rayon S N en *m'*, perspective de *m*; une tout autre position du faisceau déterminerait de nouveaux points sur la figure et sur l'axe et, partant, la droite qui en résulterait couperait le rayon intermédiaire en un lieu nouveau aussi.

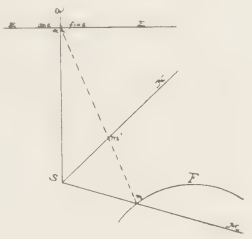


Fig. 164

» Connaissant cette théorie, il suffit donc d'apprendre : à construire ledit faisceau; à déterminer la position de l'axe fixe, afin de rendre l'ensemble utilisable pour l'exécution d'une perspective dont on connaît, outre le plan et l'élévation de l'objet, la hauteur *h* de l'horizon et la distance *d* du point de vue au tableau.

Construction du faisceau. — « D'un point S *(fig. 165)* on mène la ligne S M (premier rayon du faisceau), et la ligne S N (deuxième rayon du faisceau) faisant avec la première un angle quelconque (l'auteur recommande l'emploi d'un angle de 60 degrés, c'est l'angle adopté dans les épures ci-après).

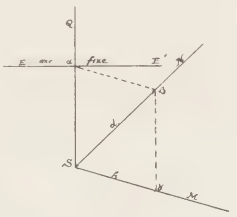


Fig. 165.

» Sur S M on porte la hauteur *h* de l'horizon et sur S N, la distance *d*; on joint $\gamma\beta$ et de S on mène S Q (troisième rayon du faisceau) parallèle à $\gamma\beta$; la construction du parallélogramme qui a *d* pour diagonale détermine le point a sur S Q.

» En α on élève sur S Q la perpendiculaire E E', c'est l'axe fixe.

» Ce faisceau pourra être réalisé pratiquement en découpant un carton bristol assez fort et de telle façon, que les trois rayons S M, S N et S Q soient très exactement dans les directions voulues; ce carton sera suffisamment grand pour permettre l'exécution de l'épure; d'ailleurs après quelques essais on arrive facilement à le construire pour qu'il donne satisfaction *(fig. 166)*.

» Il résulte de ce qui vient d'être relaté, qu'il faut, pour chaque épure, établir le faisceau correspondant, puisque *h* et *d* varient constamment; toutefois il est à remarquer que les rayons S M et S N

sont invariables de position, si l'on adopte toujours entre eux le même angle et que seul le rayon S Q prend telle ou telle direction

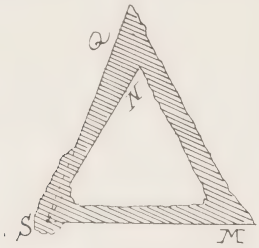


Fig. 166

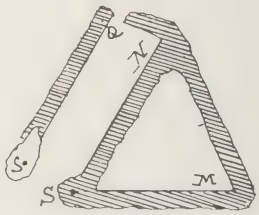


Fig. 167 et 168.

suivant les valeurs diverses de *h* et de *d*, ce qui permet de présenter le faisceau de bristol en deux pièces *(fig. 167 et 168)*, l'une

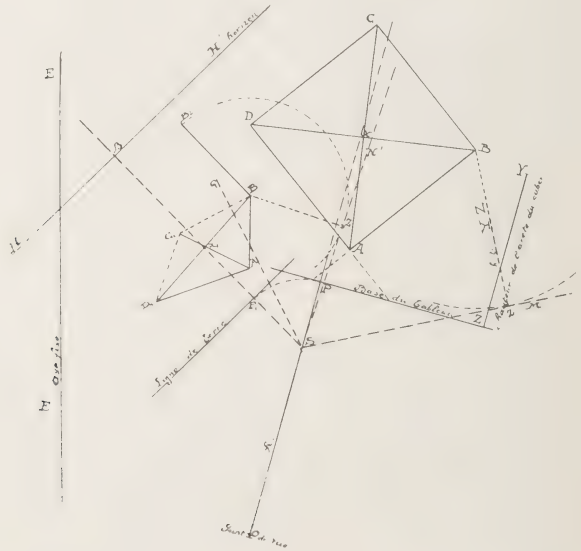


Fig. 169.

comprenant les rayons S M et S N et l'autre pour le troisième rayon;

il suffit de le mettre en place, en respectant toujours le point S comme centre. »

Mise en perspective d'un objet. — « Faisons la mise en perspective d'un cube dont la base est horizontale, dont le plan est A B C D *(fig. 169)* et dont la hauteur est Y Z. »

« Le rayon visuel principal est dirigé suivant O P', coupant la base du tableau en P. La hauteur *h* de l'horizon est connue et la grandeur O P représente la distance *d*. »

Faisceau. — Avec ces données, on construit le faisceau *(fig. 170 à droite)* en menant de S les rayons S M et S N faisant entre eux l'angle de 60°. Sur S M on porte la hauteur *h;* sur S N, la distance *d* ou O P; on joint $\gamma\beta$, on mène S Q parallèle à $\gamma\beta$ et $\alpha\beta$ parallèles à S M.

Horizon. Axe fixe. Ligne de terre. — Ce faisceau connu, découpé au besoin, comme il a été dit plus haut, dans du bristol, est placé de telle façon que son point S soit en S *(fig. à gauche)* sur le rayon P', la distance O S étant égale à *h*.

Le rayon S M du faisceau étant appliqué suivant S P', les rayons S N et S Q prennent des directions déterminées et les points a et B, des positions précises.

En α on élève la perpendiculaire E E' sur S Q, c'est l'axe fixe.

En β on élève la perpendiculaire H H' sur S N, c'est l'horizon.

De S avec S P comme rayon, on reporte en P_1 la ligne de terre perpendiculairement à S N [1].

Perspective d'un point. Si l'on veut mettre en perspective le point A du plan, on fait tourner le faisceau jusqu'à ce que le premier rayon extrême S M passe par A suivant S M'; l'autre rayon extrême vient en S Q' et coupe l'axe fixe en *a*; il sufit de joindre *a* A et de prendre l'intersection de cette ligne avec le rayon intermédiaire dirigé suivant S N'. — A_1 *(fig. 170)* est la perspective de A.

La même opération se répète pour les points B, C, D.

Perspective des hauteurs. (voir fig. 169 et 170). Recherchons la perspective de l'arête au point B.

Avec la grandeur réelle Y Z *(fig. 169)* de cette arête, comme rayon, on décrit de B un arc de cercle, auquel on mène tangentiellement le premier rayon extrême du faisceau suivant S H'.

Du point B^1, perspective de B déterminée comme il a été dit,

1. O P = *d*, O S = *h*, S P = *d* — *h* = S P_1, — S β = *d*, d'où $P_1\beta$ = S β — S P_1 = *d* — *d* + *h* = *h*

on mesure la longueur de la perpendiculaire $B_1 Z_1$, au rayon intermédiaire S N'; cette longueur $B_1 Z_1$, est relevée en B, perpendiculairement à l'horizon, suivant $B_1 B_2$,

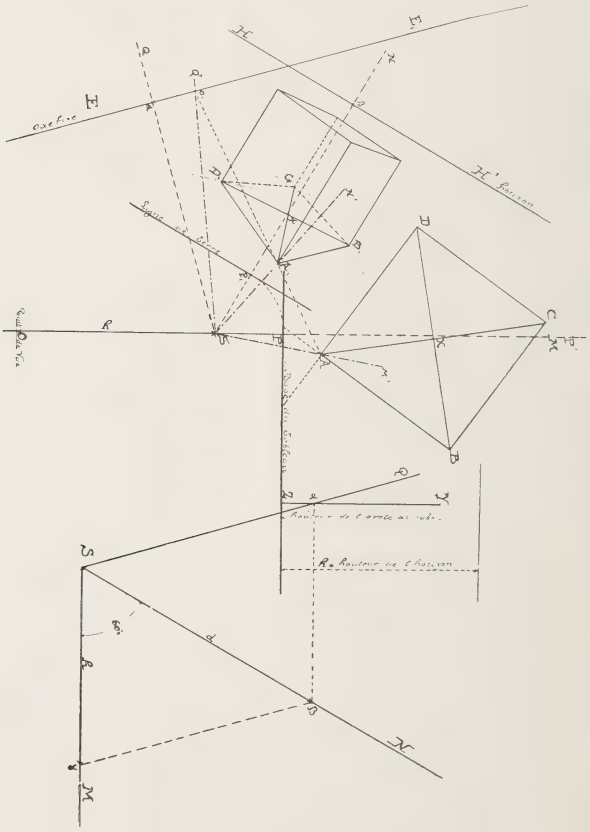


Fig. 170.

Une semblable opération permet de rechercher successivement les hauteurs d'un point donné.

L'auteur préconise le *faisceau transparent*. Le géométral est tracé

sur un papier transparent, le faisceau, sur un papier blanc fixé à la planche. L'axe fixe est reporté sur le transparent du géométral.

Le point S de l'épure, situé à la distance $OS = h$, est appliqué au sommet du faisceau, visible par transparence; on dessine la

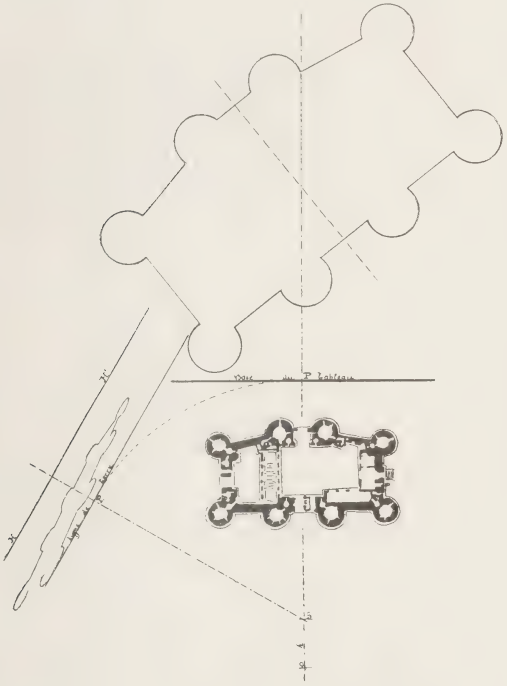


Fig. 171.

perspective comme il est dit plus haut, mais c'est le géométral qui tourne avec la perspective sur le faisceau mobile.

La figure 171 montre, comme application, le tracé sur le géométral du plan d'un château.

On trouve la démonstration de cette intéressante méthode dans l'ouvrage cité plus haut. Nous nous dispenserons de la reproduire.

CHAPITRE IX

CAS PARTICULIERS

1. Cas d'anamorphose. — 2. Terrain incliné. — 3. Perspective à vol d'oiseau. — 4. Vues plongeantes. — 5. Restitutions perspectives. — 6. Restitution des points de distance. — 7. Changement de tableau.

1. Cas d'anamorphose. — Les méthodes de la perspective qui donnent des dessins très exacts, eu égard aux données admises comme base de tracés, produisent souvent sur l'œil des surprises et des impressions fâcheuses, parfois déconcertantes.

Ainsi, quand on voit l'image d'un ballon qu'on sait être sphérique se présenter sous une forme légèrement ellipsoïdale, ainsi que nous avons démontré que cela doit être, on croit à une faute de dessin plutôt qu'à une erreur de l'esprit.

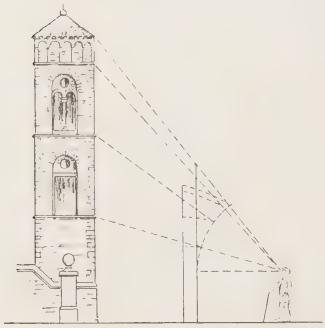


Fig. 172.

De fait, on n'a pas tout à fait tort, en ce sens que le dessin perspectif n'est juste que vu rigoureusement du point de vue perspectif. Pour le peu qu'on s'en écarte, comme on le fait constamment en regardant un tableau ou un dessin, on se trouve en présence de formes qui ne correspondent plus à la vérité de l'aspect dans la réalité, et dont la déformation dans le dessin apparaît comme réellement défectueuse. Alors, certains effets justes peuvent paraître choquants. C'est ainsi que si l'on dessine une colonnade vue d'un point relativement fort rapproché, les colonnes extrêmes auront sur le dessin un diamètre notablement plus large que celles

qui sont à peu près en face du point principal *(fig. 172)*. Si l'on dessine une tour dans un cadre étroit très développé en hauteur, les règles de la perspective courante nous mènent à donner à tous les étages des hauteurs proportionnelles à leurs hauteurs vraies respectives. Mais comme on dépasse les limites normales du champ visuel, ces proportions s'écartent de l'apparence réelle, puisque les étages supérieurs sont vus sous des angles variables, du sol au sommet, de manière qu'en dessinant d'après nature, les plus élevés subiraient une diminution de la hauteur apparente. Dans ce cas, il sera logique d'opérer cette réduction selon le schéma ci-dessus *(fig. 172)*.

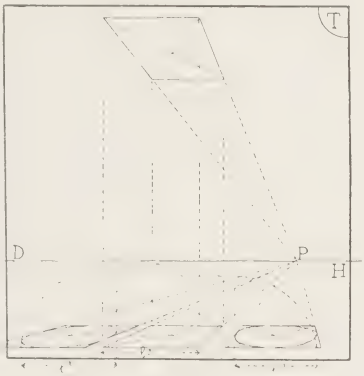


Fig. 173

C'est pour la même raison, que des carrés compris dans un plan

Fig. 174.

horizontal à un niveau élevé *(fig. 173)* paraîtront allongés dans le sens des fuyantes, jusqu'à produire un effet contraire à celui des raccourcis. Ainsi, des voûtes proches de l'avant-plan paraîtront allongées dans le sens perpendiculaire au tableau, tandis que celles qui sont à une certaine profondeur dans le tableau sont allongées dans le sens contraire.

Ces anomalies dont nous avons déjà traité et qu'on appelle *anamorphoses*, sont à éviter dans les compositions libres, et à atténuer parfois par de légitimes *tricheries* dans des reproductions d'après nature.

Une des déformations les plus remarquables est celle que subissent les lignes d'une voûte vues de dessus, à l'avant-plan. Nous en donnons un exemple assez frappant dans cette perspective de la Bourse de Brême *(fig. 174)*, offrant des doubles galeries latérales, voûtées d'arêtes, sur plan carré. La voûte qui est représentée à gauche paraît très allongée dans le sens perpendiculaire au tableau, à rebours des effets de dégradation perspective dans le sens de la profondeur; le voûtain amorcé tout en avant s'annonce comme incomparablement plus grand que celui auquel il est opposé.

2. Terrain incliné. — Généralement, les constructions en plan se font sur terrain horizontal, c'est-à-dire que l'on suppose que le géométral coïncide avec le sol. Proposons-nous de représenter un sol en pente, un terrain montant ou descendant, passant par la ligne de terre.

Pour fixer les idées, supposons qu'il s'agisse d'un terrain montant droit devant le tableau, à raison de 0m10 par mètre.

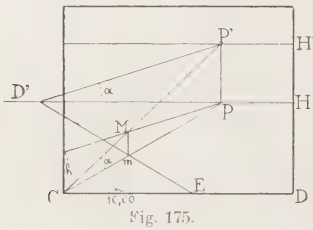


Fig. 175.

Menons par le bord du cadre une fuyante principale C P. A l'aide du point de distance, prenons sur C P une distance C *m* réduite, égale à 10,00, en prenant C E = 10,00. Sur le bord du cadre prenons une hauteur *h* de 1,00; menons la fuyante principale qui nous donne le point M à 1,00 au-dessus de *m*. — C M sera une ligne du terrain montant. Elle aboutit à l'horizon en P' et le plan incliné a pour *horizon* relevé P' H'.

Le tracé inverse s'appliquerait à un terrain descendant.

Il y a un moyen très rapide d'établir un terrain montant droit dans un tableau, connaissant l'angle α qu'il fait sur le plan horizontal.

Il suffira de mener d'un des points de distance D' une ligne D' P' inclinée sur l'horizon de cet angle α. Au droit du point principal P, nous aurons en P' le niveau du nouvel horizon, qui n'est autre que P' H'. C'est ce qu'il nous reste à démontrer.

Fig. 176.

Reprenons la construction précédente. Du bord du cadre, en C, menons une fuyante principale C P, et représentons par C P' une ligne comprise dans le même plan vertical. C P et dans le terrain montant, ligne telle que l'angle P C P' = α dans l'espace.

Prenons sur C P un point m quelconque et sur C P' celui qui lui correspond verticalement (M); joignons m au point de distance D' et prolongeons D' m en E; menons P M prolongée jusqu'au cadre.

Nous aurons sur celui-ci la hauteur h du point M' et C E sera sa profondeur derrière le tableau.

Or, on a :

$$PP' = mM \times \frac{CP}{Cm} \qquad mM = h \times \frac{mP}{CP}$$

$$PP' = h \times \frac{mP}{CP} \times \frac{CP}{Cm} = h \frac{mP}{Cm}$$

d'où :

$$\frac{PP'}{h} = \frac{mP}{Cm} = \frac{PD'}{CE}$$

$$\frac{PP'}{PD'} = \frac{h}{CE}$$

Fig. 177.

Donc le triangle D' P P' est semblable à celui qui a pour base C E et pour hauteur h, et l'angle α correspond à la pente donnée.

Nous donnons comme application un dessin de Francesco Guardi représentant une place publique *(fig. 180)*. Si l'on mène quelques fuyantes principales, en se servant des lignes des bâtiments, en vue de déterminer l'horizon, on trouve que celui-ci est en H' H, et l'on peut constater, que le terrain de l'avant-plan est sensiblement horizontal: mais on reconnaît en outre, que le reste du terrain de la place présente des pentes sensibles et d'ailleurs différentes d'un côté à l'autre, correspondant aux horizons relevés h, h'. Les fuyantes principales A P et B P donnent, au milieu du dessin, une échelle des dégradations perspectives de la taille humaine.

Fig. 178.

3. Perspective à vol d'oiseau. — On appelle ainsi une perspective prise d'un point très élevé donnant, des objets terrestres, une vue semblable à celle que l'oiseau pourrait voir en planant dans l'espace. C'est de tels points de vue qu'on représente souvent des sites très étendus ou des bâtiments fort développés en surface, dont on veut montrer l'agencement des différentes ailes.

Or ces perspectives sont nécessairement très fautives, étant affectées de fortes anamorphoses. On peut aisément s'en rendre compte par la remarque suivante :

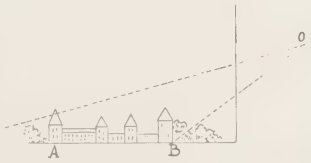


Fig. 179.

Figurons une coupe verticale du terrain passant par le point de vue O *(fig. 179 et 181)* A B correspond au tableau; A C, au terrain; dans le terrain, figurons une dimension

L en profondeur; à partir du terrain marquons une dimension H en hauteur. Cela étant, voyons dans quelles proportions varient les images respectives (et perspectives)des lignes L et H.

L'image de L est $n\,p$; l'image de H est $m\,p$. Or $\frac{H}{mp} = \frac{OF}{OE}$; c'est-à-dire que le rapport entre H et son image est égal à celui entre

Fig. 180.

la profondeur O F (le recul de l'image par rapport au point O) et la distance D, qui est fixe; les hauteurs en perspective dimi-

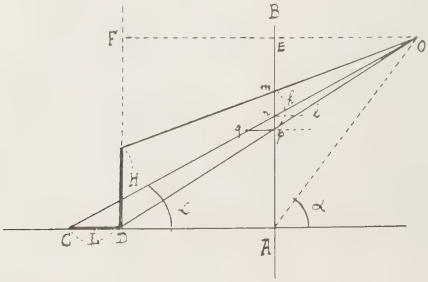


Fig. 181.

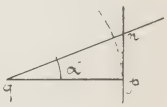


Fig. 182.

nuent proportionnellement au recul. Il en est exactement de même des largeurs mesurées parallèlement au tableau, c'est-à-dire de toutes les grandeurs qui se présentent dans des plans de front.

Si, au contraire, on considère des grandeurs telles que L, on voit que $\frac{q\,p}{L} = \frac{p\,O}{DO} = \frac{EO}{FO}$. Donc, $q\,p$ varie exactement dans la même proportion que h, et, de son côté, $l = (q\,p) \times$ tangente α. Ce qui veut dire que l varie comme $h \times$ tangente α.

Le rapport de e à h, au lieu d'être constant, diminue donc avec la profondeur, et d'une manière rapide à mesure que α diminue; les mesures en profondeur se dégradent plus fort que les mesures de front, et d'autant plus que l'objet s'éloigne davantage du tableau; d'autant plus aussi, qu'à l'origine contre la ligne de terre l'angle α est plus considérable.

Si le point de vue est rapproché du géométral, l'angle α étant très petit, les variations des tangentes sont très faibles. Si, au contraire, le point de vue est relativement haut, pour les positions voisines du tableau, les variations de la tangente α deviennent énormes et donnent lieu à de fortes anamorphoses, par l'exagération de la dimension dans le sens vertical.

Ainsi est démontrée la défectuosité radicale des vues à vol d'oiseau, prises d'une hauteur notable; elles donnent des images déformées, les dimensions en profondeur n'étant pas proportionnelles à celles de front.

Considérons à part le triangle $n\,q\,p$ de la figure précédente et examinons *(fig. 182)* comment, avec l'angle α, varie la tangente, c'est-à-dire le support de $n\,p$ à $p\,q$; nous verrons que $p\,q$ restant constant, $n\,p$ varie à peu près comme l'arc inscrit dans l'angle α, c'est-à-dire comme l'angle lui-même, tant que celui-ci reste petit, (soit inférieur à 30°); au delà, $n\,p$ varie dans une proportion beaucoup plus rapide, de manière à atteindre l'infini quand l'angle devient droit.

C'est pourquoi, en dehors d'un champ visuel compris sous un angle maximum d'environ 30°, la perspective est entachée d'anamorphoses, par suite de l'exaltation des dimensions perspectives dans le sens de la profondeur.

4. Vues plongeantes. — Le problème de *l'horizon relevé* conduit à une meilleure perspective à vol d'oiseau; on pourrait dire aujourd'hui à « la perspective *aéronautique* ».

Considérons en O *(fig. 183)* un spectateur placé très haut dans

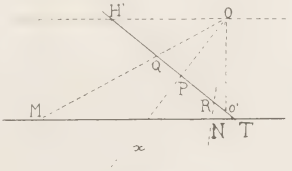


Fig. 183.

les airs, par exemple dans la nacelle d'un ballon. Il dirige vers la surface de la terre, représentée par M T, un regard dans le sens O x; sa vue embrasse un champ visuel mesuré par l'angle M O N, correspondant à une ouverture d'environ 60°. Pour le spectateur, le tableau est une surface dirigée suivant T H', perpendiculaire à O x. Le point principal est en P; la ligne de terre passe par T; l'horizon relevé est en H'. Si du point O nous menons la verticale O o', nous aurons en o' le point de fuite des lignes verticales.

Mettons ces données en perspective. Nous tracerons *(fig. 184)* l'horizon normal H H, l'horizon relevé H' H', la ligne de terre C D; nous marquerons les points principaux P et P'; des deux côtés de P', nous marquerons, P' D', P' D' égales à la distance O P de la figure 183. Nous aurons ainsi les points de distance par rapport à l'horizon relevé. La vue du passage se développera normalement entre les horizontales en Q et en R, et s'étendra vers l'horizon H H'.

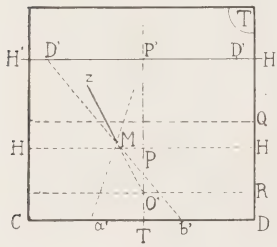


Fig. 184.

Supposons maintenant qu'il s'agisse de tracer la perspective d'après un plan à terre. Opérons pour un point A quelconque rapporté à la base $t\,t$ et à un axe $x\,x$ *(fig. 185)*.

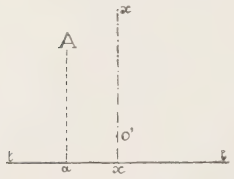


Fig. 185.

On prendra *(fig. 184)*, a' T égal à $a\,x$ de la figure 185 et l'on mènera la fuyante principale en P'. On mesurera ensuite de a' en b' *(fig. 184)* une longueur égale A a de la figure 185, et, joignant b' au point de distance D', on obtiendra en M le point cherché. Remarquons que le point O' est le point de fuite des verticales; par conséquent, la ligne O' M z représente une verticale passant par le point M.

La perspective à vol d'oiseau ordinaire se construit à l'aide d'un tableau vertical; le terrain doit être considéré comme horizontal. Elle donne un fort raccourci des lointains et des dimensions relativement grandes des objets de l'avant-plan. Elle convient pour représenter des choses assez étendues, mais prochaines, par exem-

ple un vaste ensemble de bâtiments accompagné du terrain formant le cadre du site, lequel peut être indiqué sommairement avec sa dégradation perspective.

Au contraire, le procédé précédent s'applique mieux à un vaste

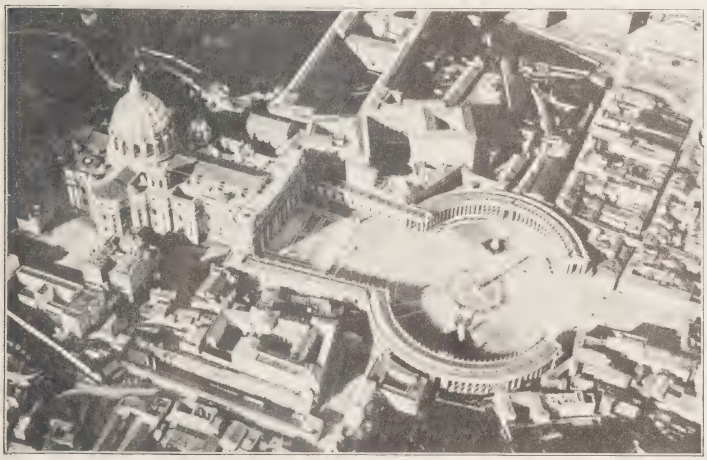


Photo Harlingue.

Fig. 186.

terrain, à une vue de ville, à des figuratives de bataille, etc. Cela suppose alors le regard dirigé obliquement et le tableau incliné perpendiculairement à la direction de celui-ci *(fig. 186)*.

5. Restitutions perspectives. — La restitution perspective consiste à déterminer les données de la mise en perspective dans une image composée ou exécutée d'après nature : dessin, tableau peint, photographie, etc. Ces données sont l'*horizon*, le *point principal* et la *distance* du point de vue au tableau.

Cette opération permet de vérifier l'exactitude d'une mise en perspective. Elle permet aussi de déduire de l'image perspective, notamment d'une photographie d'après nature, les tracés géométraux exacts des objets qui y sont figurés.

Quand on se livre à cet intéressant travail d'après les compositions des artistes, même des grands maîtres, on y surprend souvent des inexactitudes inconscientes ou voulues, parfois énormes, non seu-

lement chez les anciens, qui ont transgressé de parti pris les lois de la perspective, mais aussi chez les modernes.

Restitution de l'horizon. — Les tableaux où la restitution perspective est de quelque intérêt sont ceux qui comportent des tracés géométriques réguliers plus ou moins développés; or, dans ceux-là, on trouvera toujours deux lignes horizontales parallèles; en les prolongeant jusqu'à leur rencontre, on aura un point de l'horizon. Il ne manquera pas de se trouver aussi dans des tableaux de ce genre une ligne verticale, qui permettra de tracer par le point en question une perpendiculaire à cette verticale, laquelle sera l'*horizon*.

Restitution du point principal. — On pourra déterminer le point principal, à condition de pouvoir trouver dans le tableau des directions que l'on sache être horizontales et former, deux à deux, des angles droits; et il faut disposer de deux angles droits de cette espèce, différemment orientés, tels que les angles B A C, L M N *(fig. 187)*.

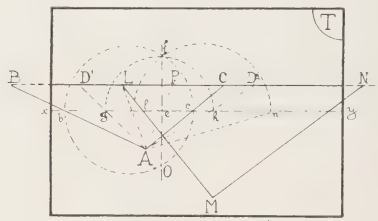


Fig. 187.

Cela étant, marquons sur l'horizon les points de fuite des lignes M L, M N qui sont L et N.

Du point A traçons les perspectives des lignes parallèles à M L, M N; leurs perspectives seront A L, A *n*. L'angle L A *n* est la perspective d'un angle droit du géométral.

Traçons une ligne de front *x y*, qui coupe les différents côtés des deux angles en A; les intersections seront en *b*, *c*, *l*, *n*. Relevons par la pensée le géométral autour de la ligne *x y* comme charnière, de manière à l'amener dans le plan vertical.

Remarquons que l'angle *b* A *c*, ramené dans le plan de front, y paraîtra avec ses côtés perpendiculaires; il sera inscrit dans le demi-cercle construit sur *b c* comme diamètre; de même l'angle *l* A *n* se trouvera inscrit dans le demi-cercle construit sur *l n* comme diamètre. Donc le sommet relevé de l'angle sera à l'intersection des deux demi-circonférences, c'est-à-dire à leur point commun, en *f*. Traçons de ce point la verticale *f e*.

Si l'on ramène maintenant les lignes dans le géométral, *e f*, per-

pendiculaire à une ligne de front, prendra la position d'une ligne perpendiculaire au tableau, et sa perspective sera une fuyante principale, c'est-à-dire que le point où elle coupera l'horizon H H sera le point principal cherché. Or, nous pouvons tracer cette fuyante principale, car nous en connaissons deux points : le point *e* qui est fixe dans le rabattement, et le point A, dont on connaît d'avance la position dans la perspective. — Donc la ligne en question est A *e*, et P est déterminé.

6. Restitution des points de distance. — Le cas très simple qui suit se rencontre souvent en peinture.

Supposons que dans un tableau dont la perspective est à restituer, on puisse trouver un angle droit situé dans un plan horizontal et bien indiqué, B A C, et que, par des fuyantes, on puisse connaître le point principal P; on pourra déterminer les points de distance. On mènera une parallèle quelconque *x y* à l'horizon, coupant les deux côtés de l'angle en des points tels que *b*, *c* de la figure 188. L'angle droit, tournant autour de *b c* comme charnière et se rabattant dans un plan vertical, aurait son sommet sur la demi-circonférence ayant *b c* pour diamètre. A P coupe *bc* en *e*; menons la verticale *e* O; prenons de part et d'autre de *e* des points distants de *e* d'une longueur égale à *e o*; joignons A à ces deux points, nous aurons des lignes qui, prolongées jusqu'à l'horizon, donneront les points de distance.

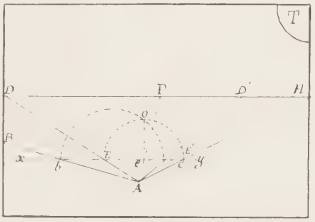


Fig. 188.

Prenons de même *(fig. 187) e g* et *e h*, égales à *e f*; les lignes *f g*, *f h*, ramenées dans le géométral, feront des angles de 45° avec *x y* et avec la ligne de terre; donc, si nous joignons *A g*, *A h*, ces lignes prolongées couperont l'horizon en des points D, D' qui seront les points de distance.

— On peut encore déterminer le point principal, si l'on trouve dans le tableau une circonférence de cercle nettement tracée, qu'on sait être dans un plan horizontal.

Alors, on tracera deux cordes de ce cercle parallèles à la ligne d'horizon, supposée établie; on prendra les milieux de ces

deux cordes; la ligne des milieux, prolongée à l'horizon, donnera le point principal P. Le point principal fixé, on pourra tracer le carré circonscrit au cercle, *carré de front*, dont les diagonales donneront le point de distance.

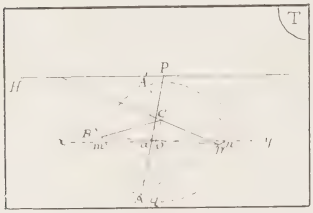


Fig. 189.

— On peut aussi se servir d'un carré horizontal A B C D *(fig. 189)*

Traçons les diagonales de ce carré, dont l'intersection donne en *o* le centre du carré. Menons par *o* une ligne de front *x y*, et relevons le géométral autour de cette ligne comme charnière. Construisons une circonférence sur *m n* comme diamètre. Remarquons que le point A, relevé, sera sur cette circonférence, l'angle droit *m* A *n* devant être inscrit dans le demi-cercle.

D'autre part, la diagonale A C est la bissectrice de l'angle *m* A *n*; donc, relevée, elle passera par le milieu *q* de la demi-circonférence *m q n*; le point *o* étant fixe, la diagonale viendra en *q o*, qui prolongée, coupe la circonférence en A'; A' est donc le point A relevé; A' *a* est une verticale, qui, ramenée, devient une fuyante principale A *a*, et le point principal se trouve sur cette fuyante.

Applications. — Les restitutions perspectives ont des applications d'une grande importance dans les opérations de la photogrammétrie et de la stéréogrammétrie. On se sert de photographies prises à l'aide d'appareils de précision et d'un grand format, et à l'aide d'installations très soignées on relève sur une diapositive vue à contre-jour des mesures très précises, permettant de rapporter tous les points intéressants à des axes horizontaux et verticaux.

A cet effet, on se sert de fils minces tendus horizontalement et verticalement, qu'un mécanisme déplace de haut en bas et de droite à gauche de la plaque photographique; des limbes de précision à vernier permettent de lire les mesures.

Ce relevé précis des points de repère permet d'établir des lignes droites des directions principales, et d'apprécier les grandeurs ramenées dans le tableau. On arrive par ces moyens à des relevés très exacts topographiques et architecturaux. Ces procédés intéressent surtout les ingénieurs civils et militaires chargés de lever des plans.

Le colonel Laussedat et le commandant Javary ont perfectionné la méthode du relevé photographique. En prenant les images d'un terrain, d'une place-forte, etc., sous deux points de vue différents, on peut ensuite, dans les deux images, viser les différents points avec des appareils spéciaux, comme on les viserait sur le terrain avec le théodolite, et en déduire la planimétrie du sol. En une journée, un officier, avec une escouade bien exercée, a pu lever le plan de Belfort et de ses environs.

Monsieur le Dr Meydenbauer, de son côté, a appliqué la photogrammétrie au relevé des monuments allemands. Un important établissement fonctionne à Berlin (Schinkelplats), en utilisant ces méthodes.

7. Changement de tableau. — Etant donnée la perspective a d'un objet A, vu d'un point O déterminé, prise sur le tableau T *(fig. 190)*, on peut en déduire le tracé de la perspective a' du même objet, prise, du même point de vue, sur un tableau différent T',

En effet, considérons dans l'objet un point M quelconque, ayant en m sa perspective dans le tableau T; cette perspective résulte de l'intersection du tableau T par le rayon MO. Or, connaissant la position d'un autre tableau T' par sa trace C' D sur le géométral, il sera facile de construire le point m' qui constitue la perspective du point M sur le nouveau tableau.

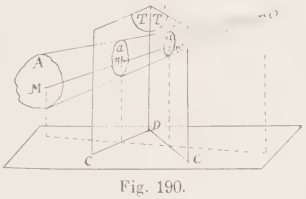


Fig. 190.

Changement de point de vue. — Il n'en est plus de même si l'on change de point de vue. Rien, en ce cas, dans l'image, ne fournit les éléments de la détermination de la direction des rayons visuels.

Néanmoins, ces éléments existent virtuellement, puisque la position du point de vue nous est connue par celle des points de distance.

Le problème se ramène à celui des restitutions perspectives. On peut déduire de la perspective le dessin de l'objet et faire de celui-ci une nouvelle perspective.

CHAPITRE X

RÉFLEXION

1. Tracé des rayons réfléchis. La sphère, le cylindre, le cône.

Réflexion dans l'eau : 2. Réflexion dans l'eau dormante. — 3. Réflexion des objets situés sur terre.— 4. Réflexion dans l'eau ondulée. — 5. Mise en perspective des objets réfléchis par l'onde.

Réflexion dans les miroirs plans : 6. Réflexion dans un miroir vertical de front. — 7. Cas d'un miroir vertical perpendiculaire au tableau. — 8. Cas d'un miroir vertical quelconque. — 9. Méthode pratique. — 10. Réflexion dans un miroir plan quelconque. — 11. Applications. — 12. Cas d'un appartement offrant un pan coupé avec miroir. — 13. Perspective de l'image réfléchie d'un objet quelconque.

Réflexion dans les miroirs courbes : 14. Miroirs cylindriques convexes. — 15. Miroirs sphériques convexes. — 16. Miroirs cylindriques creux. — 17. Miroirs sphériques creux.— 18. Réflexion des surfaces mi-polies. — 19. Aspect d'une surface courbe sous la lumière solaire.

1. Tracé des rayons réfléchis. — On nomme *réflexion* l'image des objets reproduite par une surface polie.

La réflexion constitue un phénomène physique soumis aux lois de l'Optique, dont la principale, pour nous, est la suivante :

Un rayon lumineux tombant sur une surface polie est renvoyé dans l'espace suivant une direction déterminée. On appelle rayon *incident* le rayon lumineux considéré dans son trajet depuis sa source jusqu'à la surface réfléchissante, et rayon *réfléchi*, le même rayon qui poursuit son chemin après avoir touché cette surface. Or, il est établi que :

1° *Le rayon réfléchi et le rayon incident se meuvent dans un plan normal à la surface au point d'incidence;*

2° *L'angle de réflexion est égal à l'angle d'incidence.*

Cette dernière loi demande à être expliquée.

Considérons une surface quelconque S *(fig. 191)*.

Au point d'incidence I, on peut toujours mener une ligne I N perpendiculaire au plan tangent en ce point, et qu'on appelle la *normale* à la surface. Or l'angle β, que fait avec la normale le rayon réfléchi, est égal à l'angle d'incidence α.

Cette règle permet de résoudre le problème suivant :

Etant donnée une surface supposée polie, un objet et la position de l'œil, chercher l'image de l'objet dans la surface.

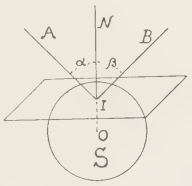


Fig. 191.

Ce problème complexe se réduit, en principe, à cet autre, élémentaire : chercher l'image réfléchie d'un point quelconque de l'objet.

Il comprend trois opérations :

a) Déterminer le plan d'incidence et de réflexion;

b) Tracer dans ce plan la marche du rayon.

c) Construire l'image.

La construction de l'image réfléchie par une surface quelconque est un problème trop ardu pour être abordé dans ce traité. Nous envisagerons seulement le cas des surfaces du second degré : la sphère, le cylindre, le cône.

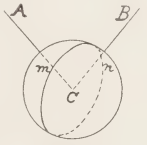


Fig. 192.

La sphère. — Le plan optique (fig. 192) est celui qui contient le point lumineux A, l'œil B et le centre C. Ce plan coupe la sphère suivant le cercle *m n*. Considérons *(fig. 193)*, ce qui se passe dans ce plan. Joignons A C, B C, qui coupent la circonférence en V, V'; menons B V et A V', qui se coupent en O'; menons la normale C O' qui donne en I le point d'incidence. A I sera le rayon d'incidence, I B, le rayon réfléchi. C'est ce qui reste à démontrer.

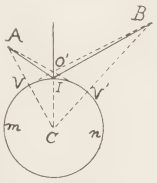


Fig. 193.

Par I *(fig. 194)*, menons une tangente au cercle et abaissons de A et de B les perpendiculaires A A' B B' sur cette tangente. Menons B A' et A B', qui se coupent en O. Les triangles A O A', B O B' sont semblables et donnent :

$$\frac{AA'}{BB'} = \frac{AO}{BO} = \frac{AO}{BO} \quad \frac{OH}{OH'} = \frac{B'I}{A'I}$$

Donc O I est parallèle à A A' et à B B', c'est-à-dire que O I coïncide avec C O'.

Les deux triangles rectangles A A' I, B B' I sont semblables, ayant

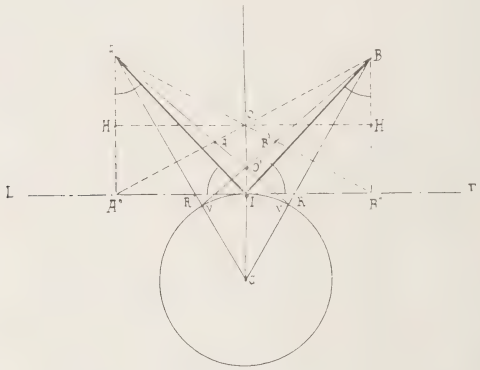


Fig. 194.

leurs côtés proportionnels : donc les angles A I A', B I B' sont égaux, donc C I est la bissectrice de l'angle A I B.

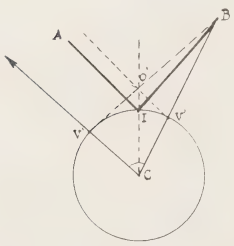


Fig. 195.

Si l'objet réfléchi se trouve à l'infini vers A, tel un astre, on connaît la direction suivant laquelle il est vu *(fig. 195)*. Du point C, l'on mène une parallèle à cette direction, qui donne V; on joint C B, qui donne V'; de V' on mène une parallèle à la même direction, et on mène B V, qui coupe cette parallèle en O'; C O' est la normale, I le point d'incidence. Le rayon d'incidence est une parallèle à C V passant par I; le rayon réfléchi est I B.

Cas du cylindre. — Par les points A et B *(fig. 196)*, menons A x et B y parallèles à l'axe du cylindre. Par un point A' de A x, menons un plan perpendiculaire aux mêmes axes, qui coupe le cylindre suivant un cercle ayant son centre en C'. Les plans A x C', B y C' coupent le plan précédent suivant les lignes A' C', B' C' [1];

1. Le point B', omis sur la figure, vient entre B et y.

considérons un instant A' comme le point lumineux, B' comme l'œil, et traçons, suivant la méthode précédente, la normale C I, bissectrice de l'angle A' C' B'.

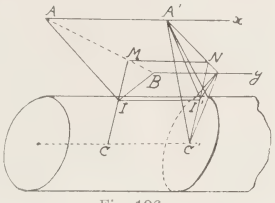


Fig. 196.

Les deux plans A C' x, B C' y ont pour plan bissecteur le plan C C' I, qui coupe le cylindre suivant la génératrice I I'.

Joignons A' B', qui coupe en N la normale C' I'; menons N M parallèle à l'axe du cylindre, qui coupe A B en M; de M, menons une parallèle à M C, à N C'. Cette ligne perce le cylindre au point I, sur la génératrice I I'. I est le point d'incidence cherché; A I, I B sont les rayons incidents et réfléchis.

Cas du cône. — On opérera exactement de la même manière, avec cette seule différence qu'on se servira de lignes A n, B y, m n, M N, non pas parallèles à l'axe du cône, mais convergentes à son sommet.

Construction de l'image. — Une fois que le point d'incidence est déterminé, l'on se trouve dans un cas identique à celui d'une surface plane, car le phénomène se passe exactement comme si le point d'incidence appartenait à un élément de surface coïncidant avec le plan tangent de la surface courbe.

Soit en A *(fig. 197)* la source des rayons lumineux, en B, l'œil. Menons par A B un plan perpendiculaire à la surface plane réfléchissante; ce sera le plan optique, qui coupe cette surface suivant x y.

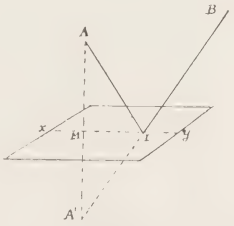


Fig. 197.

Du point A, abaissons une perpendiculaire A M sur x x, et sur A M prolongée, prenons M A' égal A M; joignons B A', qui coupe x x en I; I est le point d'incidence, A I le rayon incident, I B le rayon réfléchi.

On remarquera que le spectateur en B recevra, venant du point A, un rayon arrivant dans la direction A' B, lequel lui donnera l'impression de venir de A'; c'est dire qu'il verra en A' l'image du point A.

Phot. Neurdein.

Fig. 198.

2. Réflexion dans l'eau dormante. — Pour établir la théorie, nous avons passé des cas généraux aux cas particuliers. Pour les applications, nous irons du simple au complexe.

Parmi les surfaces réfléchissantes, nous considérerons d'abord la surface des eaux.

Lorsque l'eau est dormante, comme cela se produit dans les

Fig. 199.

étangs et les canaux, et qu'elle n'est remuée ni par le vent, ni par une cause accidentelle, sa surface réfléchit les objets avec une parfaite netteté, comme un miroir horizontal; toutefois, les tons des objets réfléchis sont atténués par la perte de lumière que subit le rayon incident, lequel est en partie réfléchi, en partie diffusé, et parfois aussi en partie réfracté. Nous reviendrons sur ce point en traitant de la perspective aérienne. L'image réfléchie dans l'eau

s'obtient par le tracé que nous avons indiqué pour les surfaces planes.

Pour le tracé *en perspective* de ces images, nous considérerons une ligne horizontale passant par le point d'incidence, que nous appellerons *ligne de niveau*, à partir de laquelle nous compterons la profondeur du point réfléchi. Il faut remarquer que, en vertu du tracé, les objets paraissent renversés dans l'eau.

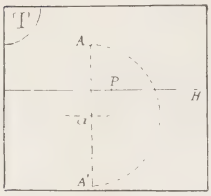


Fig. 200.

Reproduisons en perspective le tracé donné plus haut des rayons d'incidence et de réflexion. Soit A' *(fig. 200)*, le point réfléchi dans l'eau, dont la surface coïncide avec le géométral. Son pied dans le géométral est *a;* son image sera la verticale A'*a*, à une profondeur A' égale à A*a*.

Exemples : Appliquons ce tracé à un *pilot droit (fig. 200)*, dont nous déterminerons seulement l'axe par le procédé géométrique; nous achèverons l'image à vue.

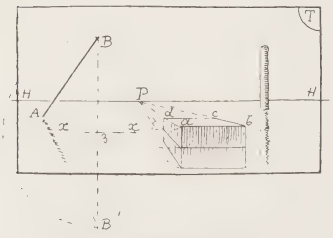


Fig. 201.

Considérons le cas d'un *bloc de pierre* émergeant de l'eau. On déterminera de la manière précédente les images du point *abcd*.

Un *pieu incliné* donnera une image plus intéressante.

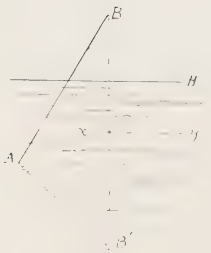


Fig. 202.

Envisageons d'abord l'image d'une ligne inclinée quelconque A B *(fig. 202)*. La position du point B est déterminée par son pied sur le géométral, ou par sa ligne de niveau $x\,x$. Connaissant $x\,x$, on abaisse la verticale B B', et on la prolongera d'une grandeur égale en-dessous de $x\,y$; B' est l'image de B; A B', l'image de la ligne A B.

Considérons maintenant un *pieu incliné (fig. 203)*. On peut déterminer chaque point comme précédemment, et construire l'image par points. Dans le cas présent, nous supposons que la face supérieure du pilot est parallèle au plan de l'eau. En pareil cas,

ses arêtes supérieures sont horizontales et auront leur point de fuite à l'horizon; or il en est de même des arêtes inférieures de l'image, ce qui facilite le tracé de celle-ci.

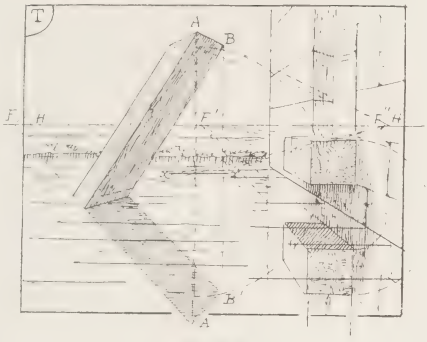


Fig. 203.

Dans un cas général, nous tracerons, sur la face supérieure, les diagonales qui donneront le centre, et nous construirons l'image réfléchie de ce centre. Par l'image de ce point, nous pourrons tracer les images des diagonales, lesquelles auront les mêmes points de fuite que les diagonales elles-mêmes. Sur ces diagonales réfléchies, les sommets du carré de la face supérieure réfléchie se trouveront au droit de verticales abaissées des sommets réels.

L'image peut être très différente de l'objet en nature. Ici, notamment, la face supérieure visible dans la vue directe devient invisible dans l'image réfléchie.

Les règles précédentes permettent de déterminer les points principaux des images réfléchies. Quand ils sont fixés, on se sert, pour construire les figures, des principes ordinaires, appliqués au tracé des images directes.

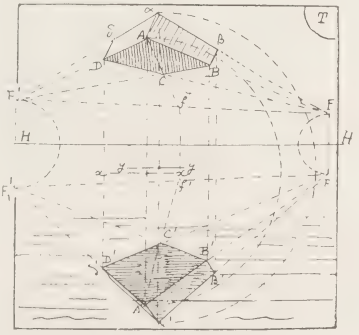


Fig. 204.

Soit à faire l'image d'un prisme à base rectangulaire *(fig. 204)*. Déterminons le point A', image du point A. Déterminons aussi F_1, image du point de fuite de la direction A B, D C. Faisons de même pour la direction A D et déterminons l'image du point de fuite F' en F_1'; cela nous permettra de tracer les côtés A' D', A' B', etc., de

l'image du carré A B C D et, à l'aide des verticales, de déterminer les sommets.

Nous pouvons aussi déterminer les points de fuite des arêtes A α, B β ; la verticale $\delta\,\delta'$ donne sur l'une d'elles le sommet δ' et tout le reste s'ensuit.

— Etant donnée une circonférence quelconque, on lui circonscrira un carré de front, on construira facilement l'image de ce carré et, dans cette dernière figure, on inscrira la circonférence par les règles ordinaires.

3. Réflexion des objets situés sur terre. — On voit dans l'eau dormante l'image non seulement des objets qui y plongent, mais

Fig. 205.

encore de ceux qui se trouvent près de la rive ou même dans l'éloignement.

Pour trouver leur image, il faut au préalable déterminer la ligne d'eau. Pour chaque point à construire, on doit chercher l'intersection avec la verticale correspondante de la surface du niveau de l'eau, supposée prolongée sous le sol, laquelle coïncide généralement avec le géométral.

Pour les objets situés dans le lointain, certaines surfaces se confondent avec l'horizon.

En fait, la profondeur de l'image réfléchie d'un objet vu dans l'éloignement se réduit, à partir de sa base, d'une hauteur égale à la hauteur géométrale du terrain perspectif compris entre cette base et la hauteur de l'eau.

4. Réflexion dans l'eau ondulée. — Voyons ce qui se passe dans le plan vertical optique qui passe par l'objet C' *(fig. 206)* et le point de vue O; la ligne A B représente le niveau moyen, de l'eau ondulée.

Considérons, de B en A, une série de points 1, 2, 3... 10 de

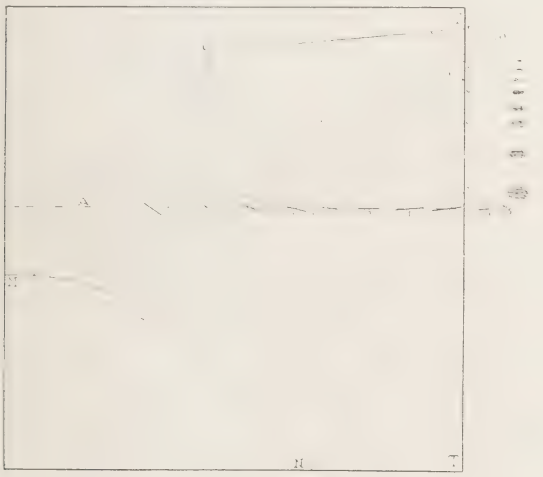


Fig. 206.

cette ligne. En chacun l'on peut concevoir un élément de surface plane qui soit inclinée de manière à envoyer à l'œil, en O, une image de l'objet, ou, pour préciser, d'un point C de l'objet. Ainsi, pour le point 4, cet élément est $m\,n$, dirigé normalement sur la bissectrice de l'angle C 4 O; l'image, fournie par cet élément, se forme au point C_4.

On peut déterminer pareil élément plan pour tous les points; cha-

cun donnera une image de C; on trouvera le lieu de toutes ces images sur une courbe $M C_4 N$ facile à tracer par points. Toutes les images auront une limite supérieure et seront comprises dans l'angle α déterminé par l'horizontale en O, asymptote de la courbe M N.

Maintenant, si nous considérons une onde marchant de A sur B, elle donnera constamment une image de C, car elle présentera toujours vers le point de vue un élément tangent à la direction d'un élément tel que $m n$; l'image se promènera de M vers N [1].

Les ondes se suivent à des distances déterminées, régulières et croissant du centre des ondulations vers la périphérie; si l'on voulait étudier, par exemple, les effets de réflexion dans les ondes annulaires formées autour d'un point où un choc a frappé la surface d'une eau tranquille, il faudrait tenir compte des distances variables des ondes en même temps que de leur forme circulaire en plan; le problème serait fort complexe.

Mais nous n'envisagerons que le cas plus pratique d'ondes droites parallèles et équidistantes ou supposées telles, dans les limites étroites de la partie considérée.

Entre le point de vue et la nappe d'eau est interposé le tableau représenté par la verticale T T *(fig. 206)*. Nous aurons sur celui-ci, en *e*, la perspective du point C, et en 0, 1, 2, 3... les perspectives de ces images réfléchies par les ondes; ce simple schéma nous permet de nous faire une idée de la distribution de celles-ci dans la perspective. Les images des points équidistants se succédant à des distances décroissantes dans le tableau jusqu'à la limite *e*; elles se rapprochent jusqu'à se confondre à la limite.

S'il s'agit d'un objet, sa dimension dans le sens vertical diminuera d'après la même loi qui rapproche les images des points successifs; les images seront donc de plus en plus aplaties, en même temps que dans le sens horizontal elles diminueront de largeur d'après la loi de la dégradation perspective.

Notre schéma *(fig. 206)* rend compte de l'apparence générale des images réfléchies par des ondes aqueuses dans une position déterminée et de leur déformation. Cette déformation a pour effet de rendre l'image mouvante avec les ondes; c'est là un phénomène que seul peut rendre le cinématographe, et cependant l'ar-

1. En réalité les points successifs de réflexion à trouver sur l'onde ne sont pas exactement au niveau de la ligne AB, mais à un niveau très rapproché de cette horizontale, de manière que la position de l'image ne diffère pas sensiblement de celle que nous aurons déterminée.

tiste sait donner la sensation de ces mouvements. Le peintre ne saisit qu'un aspect instantané de la nappe liquide, mais cet aspect est la conséquence du mouvement, et en garde la trace toute vive dans une image brisée, fractionnée en bandes horizontales de plus en plus larges et de plus en plus espacées en s'étendant vers le spectateur, à partir du niveau correspondant au rayon visuel dirigé vers l'objet. Dans cet ensemble, chaque élément est une répétition de l'image entière de l'objet.

Pour préciser davantage, considérons à présent, toujours dans le même plan optique, la section d'une nappe liquide dans une position fixe de ses ondes, avec un espacement et une courbure déterminés.

La ligne ondulée ci-dessus *(fig. 207)* représente la coupe de la nappe liquide par le plan optique. Si la direction des ondes était oblique par rapport à ce plan, rien ne serait changé à notre tracé. Les ondes produisent l'effet d'une série de cylindres polis, disposés parallèlement au niveau de la ligne horizontale correspondant à la surface de l'eau tranquille.

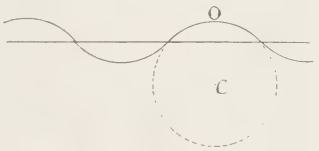


Fig. 207.

Envisageons une onde O, qui présente une courbure plus ou moins forte selon l'importance de l'ébranlement du liquide. Substituons à la ligne sinueuse qui dessine cette onde une circonférence de cercle de même courbure. Pour déterminer l'image, nous pouvons employer le tracé indiqué plus haut (p. 156), ou adopter un moyen plus expéditif.

Il s'agit de déterminer le point I d'incidence; or, ce point coïncide avec le point de tangence avec notre circonférence, d'une ellipse ayant pour foyers les points C et O *(fig. 208)*. On sait, en effet, que la bissectrice de l'angle C I O est précisément normale à l'ellipse, donc ici, au cercle qui lui est tangent.

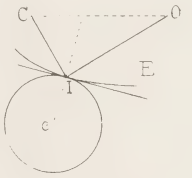


Fig. 208.

Or, le tracé de cette ellipse se fait très aisément. On pique une épingle à chacun des points C et O, on attache en C le bout d'un fil qu'on enroule autour de l'aiguille piquée en O avec son bout libre. Tendant ensuite le fil avec la

pointe d'un crayon, on peut le tirer et le lâcher à volonté, de manière à faire varier les longueurs C I, I O, pour tracer un élément d'arc de l'ellipse tangent, qui donnera le point de contact I. Connaissant ce point, on tracera les rayons incidents et réfléchis comme plus haut.

Dans l'épure *(fig. 209)*, nous avons indiqué les positions 1, 2, 3... du cylindre mobile représentant à un instant donné la vague en marche. Nous avons déterminé les images i_3 i_4 i_5 i_6 ... d'un objet placé en C, soit un globe. Nous avons supposé que le rayon réfléchi atteignait la partie convexe de la vague. Il peut, dans une certaine position de l'onde, atteindre la partie concave; alors il peut n'y

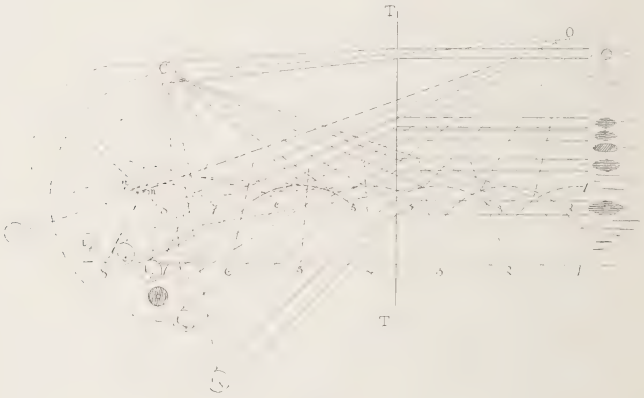


Fig. 209.

avoir pas d'image. En effet, considérons dans l'épure l'onde marquée 8; sa convexité succède à une concavité et le changement de courbure se fait au point *n*, en arrière de l'onde; si le point de tangence déterminé comme il est dit plus haut tombe plus bas que le point *n*, soit en *m*, les rayons n'atteindront pas la région convexe; il n'y aura pas d'image. Donc les seules ondes qui donnent ces images, sont celles sur lesquelles le point d'incidence tombe plus haut que le niveau du point de passage de la concavité à la convexité. Or, on peut reconnaître sur l'épure, que ces conditions ne sont pas réalisées pour des vagues éloignées de l'observateur telles que la vague 8; et aussi pour des vagues rapprochées du tableau; pour celles-ci, l'image est *virtuelle;* elle ne se produit pas dans la réalité.

Si nous considérons les vagues les plus éloignées, leur convexité est atteinte en avant. Au contraire, pour les vagues proches du tableau, la convexité est atteinte en arrière.

On voit donc que les images produites par la réflexion sur la partie convexe des ondes sont en nombre limité; elles sont au nombre de six pour le cas de la présente épure.

On peut de même, et par le même tracé de l'ellipse tangente, déterminer les points d'incidence sur les *creux* des vagues, assimilés à des cercles, et construire les images correspondantes. Beaucoup de points d'incidence tomberont au-dessous des points de changement de courbure et ne donneront que des images virtuelles. Dans notre exemple, il n'y a qu'une seule image réelle, que nous avons marquée par un cercle noir.

Remarquons encore, que si nous avions opéré pour un point placé sur la même verticale que C, mais notablement plus haut, sa réflexion, produite par une quelconque des ondes, aurait comporté un autre point d'incidence que pour l'objet C, un point tel, qu'en ce point le plan tangent aurait été plus incliné sur l'horizon, donc un point situé plus bas sur la ligne ondulée, point atteint en premier lieu par le rayon réfléchi dans le cas où l'onde se propage dans la direction de C vers O, et vice versa.

5. Mise en perspective des images réfléchies par l'onde. — Dans les épures précédentes, nous avons déterminé la position des images dans le plan optique.

Pour dessiner ces images en perspective, il reste à tracer dans le tableau le plan optique et les images qu'il contient. Nous pourrons nous borner, en pratique, à déterminer la trace du plan optique sur le géométral, correspondant à la surface moyenne de l'eau.

Soit C D *(fig. 210 haute)*, la base du tableau sur le géométral, O, le point de vue; *a*, le pied du point

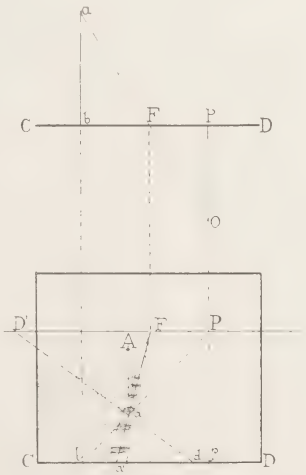


Fig. 210.

considéré dans le géométral; la trace, sur le géométral du plan optique est O a. Mettons cette ligne en perspective.

Sur la ligne de terre *(fig. 210 basse)*, prenons $p\,b$ égal à $P\,b$ de la figure haute; menons la fuyante principale $b\,P$; prenons $b\,d$ égal à $a\,b$ *(fig. haute)*, joignons a au point de distance. Nous aurons en a *(fig. basse)* le pied sur le géométral du point a *(haut)*. Prenons P F *(bas)*, égal à P F *(haut)*; joignons F a; la ligne F $a\,\alpha$ représente la trace du plan optique sur le géométral.

S'il s'agit, non plus d'un point, mais d'un objet dont le point A soit le centre de figure, nous prendrons sa largeur sur C D, ligne de terre, autour du point α, et nous mènerons les fuyantes correspondantes.

Or, l'épure précédente nous a donné les niveaux de toutes les images, et leur dimension dans le sens vertical; nous n'avons plus qu'à reporter celles-ci dans le tableau en grandeur, ou à l'échelle relative.

Il s'agit de faire en perspective le tracé des rayons visuels incidents et réfléchis. Indiquons d'abord la construction de l'image *d'un point.*

6. Réflexion dans un miroir vertical de front. — Le point est en M *(fig. 211)*; son pied dans le géométral est *m*. De *m* je mène *m s* perpendiculaire au miroir la ligne de front *m q* et D' *s* qui donne *q*, (D' étant le point de distance); je prends *q r* = *m q* et je

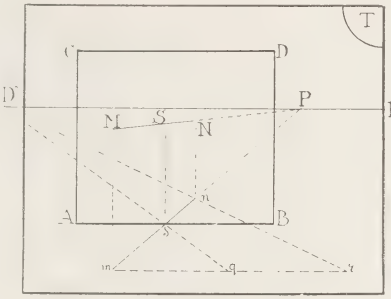


Fig. 211.

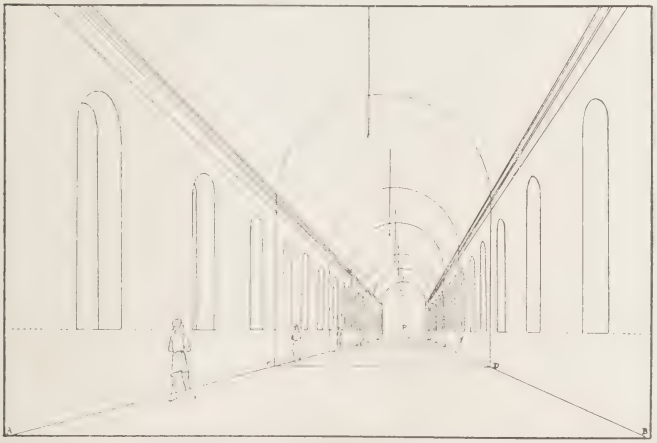


Fig. 212.

joins *r* D'; en *n* j'aurai l'image réfléchie de *m*; en N, l'image ré-

fléchie de M. Remarquons que la fuyante principale M S a pour image dans le miroir son propre prolongement. Il en résulte qu'une salle réfléchie dans un miroir de fond placé de front, apparaît dans le miroir comme le prolongement d'elle-même; et si la face opposée du fond est elle-même une glace, le miroir fait apparaître comme une galerie indéfiniment prolongée dans la même direction, jusqu'à l'infini *(fig. 212)*.

Cherchons l'image dans un miroir penché du point *a*, centre d'un carreau du pavement *(fig. 213)*.

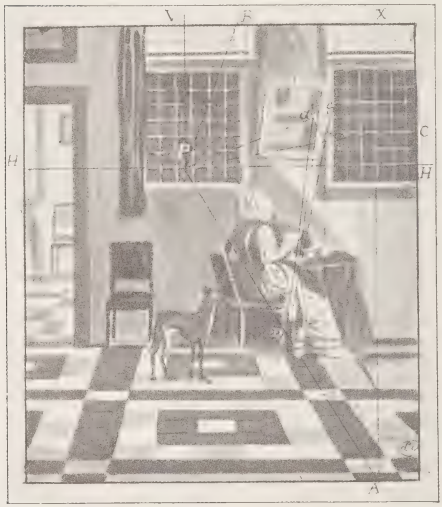


Fig. 213.

Amenons dans le tableau la fuyante principale AP, suivant AX; autour de celle-ci, comme charnière, rabattons le plan vertical A P V.

Nous pourrons, dans le rabattement, construire l'angle S D A du miroir avec le sol, et chercher *a'*, image du point *a*. Le point *a'* sera ensuite ramené dans la perspective, en déterminant sa profondeur par le point de distance, et sa hauteur par une fuyante principale [1].

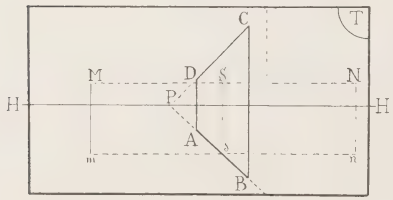


Fig. 214.

7. Cas d'un miroir vertical perpendiculaire au tableau. — Le point est M *(fig. 214)*, le miroir A B C D. Je mène la ligne de front *m s n*: je prends *s n* égal à *m* S. Le point N, intersection de la verticale en

1. Les lignes P B, P C de la figure, doivent être considérées ici comme non avenues.

n et de la ligne de front menée par le point M, est l'image réfléchie de M. On voit que cette image peut être *virtuelle*, comme ce serait le cas, si N tombait à droite, en dehors du cadre du miroir.

8. Cas d'un miroir vertical quelconque, — Il faut avant tout déterminer le point de fuite des lignes perpendiculaires au plan du miroir. Prenons pour cela, au-dessous de la ligne de terre *(fig. 215)*, sur P *p* prolongé (P étant le point principal) B O égal à la distance P D' puis *p f* égal à P F, et joignons *f* au point O. La ligne O *f* représente la direction de la base du miroir sur le géométral. De O, menons O Q perpendiculaire à O *f* et prenons P F' égal à *p* Q; le point F' est le point de fuite cherché.

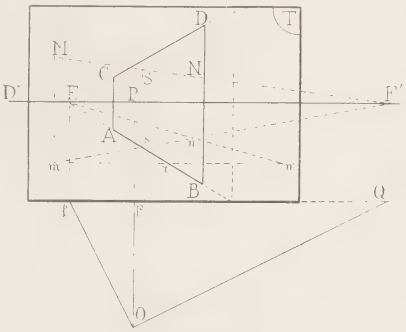


Fig. 215.

Menons maintenant l'horizontale de front *m r* et prenons sur son prolongement *r n'* égal à *m r*; traçons F *n'* qui coupe F'*m* en *n*. Le point *n* est l'image réfléchie de *m*; sur la verticale en *n*, et la ligne de fuite M F', nous aurons en N l'image réfléchie de M.

9. Méthode pratique. — Notre premier soin a été de chercher le point de fuite des lignes perpendiculaires au miroir, ou le point de fuite d'un rayon visuel de cette direction.

Figurons ce tracé en perspective cavalière *(fig. 216)*. Le quadrilatère M représente le miroir, le quadrilatère T représente le tableau; le quadrilatère G représente le géométral; l'œil est au point O; ce point donne son image sur une

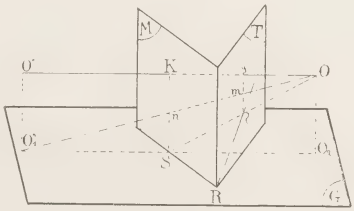


Fig. 216.

perpendiculaire O K au miroir, en un point O' équidistant par rapport à K. Le rayon visuel O O' perce le tableau en φ, qui est le point de fuite cherché, à tracer en perspective.

Le pied de O' est en O'_1; joignons O'_1 O; la ligne O'_1 perce le miroir en n, le tableau en m. O_2 est le pied de O; menons O_2, qui coupe en S le miroir ainsi que la verticale K n; joignons S O, qui coupe en l le tableau et la verticale φm; R l représente la ligne de terre.

Or, comme K O' = K O, il en résulte que n et m sont aux milieux de K S et de φl. Le point l est le point de la ligne de terre se trouvant sur la verticale abaissée du point φ; m est la perspective de l'image de O'_1, pied de l'image de O_1.

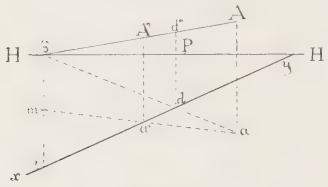


Fig. 217.

Après avoir noté ces données, reprenons la mise en perspective de l'image d'un point A *(fig. 217)*, dans un miroir vertical ayant sa trace dans le géométral suivant $x\,y$.

Par le tracé précédent, cherchons le point de fuite φ des rayons visuels perpendiculaires au miroir. Abaissons la verticale $\varphi\,l$; prenons le milieu m de $\varphi\,l$.

Nous pourrons opérer maintenant de manière plus rapide. A étant le point donné et a son pied dans le géométral, on trace la fuyante A φ, on mène la verticale φl, et l'on prend son milieu m; $a\,m$ coupe $x\,y$ en a'; menons la verticale a' A', A' est la perspective de l'image réfléchie de A. Menons $\varphi\,a$, qui coupe $x\,y$ en d; menons la verticale en d, elle donne d', trace sur le miroir de la ligne fuyante A φ.

10. Réflexion dans un miroir plan quelconque. — Le plan du miroir a sa trace dans le géométral en M F *(fig. 218)*, et sa trace dans le tableau est M X.

Je me propose de chercher l'image réfléchie du point A a (pris dans le *tableau*).

Je procéderai comme suit : 1° construire un plan vertical, perpendiculaire au miroir, passant par le point A a; 2° rabattre ce plan autour de sa trace horizontale, avec le point A et l'intersection dudit plan avec le miroir; construire l'image réfléchie dans ce plan rabattu; 3° ramener le plan en question dans sa position initiale, avec l'image;

Je chercherai ensuite les images de plusieurs points quelconques.

1° *Construire le plan vertical passant par le point A a et perpendiculaire au miroir.* — D'abord par le pied *a* de la verticale

Fig. 218.

au point A, je trace dans le géométral une perpendiculaire à M F. Joignons *a* au point principal P; *a* P me donne E; le triangle M *a* E est rectangle en *a*; relevons-le autour de M *a* comme charnière

pour le ramener dans le tableau; aE vient en aE', la verticale aE' ayant une longueur $a\,e$, déterminée par le point de distance; traçons l'hypoténuse ME'; de a, menons sur ME' la perpendiculaire $a\,a'$, qui donne S_1; la verticale $S_1 s$, en perspective, devient la fuyante principale SP, laquelle nous donne S; aS est la ligne cherchée, qui donne F', point de fuite des perpendiculaires à MF dans le géométral.

Le plan cherché a pour trace dans le géométral aF', et coupe le tableau suivant aE'. Son intersection avec le miroir est SE', ,E' étant l'intersection de MX de aZ.

2° *Rabattement sur le géométral relevé du plan* Z aF'. Construisons le point S dans le géométral. Il est sur la fuyante principale PS, qui donne S (c'est une opération qui nous ramène au triangle ME' a). — Dans ce rabattement, a reste fixe. Le point A vient en A_1, sur une perpendiculaire à $a\,S_1$ ($a\,A_1 = a\,A$).

3° *Relèvement.* Du point A_1 abaissons sur S_1E', une perpendiculaire A', qui perce le miroir en I'; ramenons A_1 en a, I' en i' et en i, A' en a' et en α par des fuyantes en P ramenons ces points sur $a\,A_1$ en a (qui reste fixe) et en a_2; or a_2 et i sont les pieds des ordonnées correspondant au point A, à son image A'', et au point où AA'' perce le miroir. L'image cherchée est A''.

La ligne AA'' prolongée et la verticale au point de fuite F' nous donneront φ qui est le point de fuite de toutes les lignes perpendiculaires au miroir.

Considérons un plan passant par MF, symétrique du géométral par rapport au plan du miroir; la ligne E' A'', symétrique de E' A, est perpendiculaire au premier plan. La fuyante $a\,\varphi$ est perpendiculaire au miroir, et par symétrie, l'image réfléchie de a est en h, où $a\,\varphi$ coupe E' A'' prolongée; Sh est symétrique de Sa; l'angle E' Sh est égal à E' Sa; la ligne SW marque l'inclinaison sur le géométral du plan qui est l'image de celui-ci; cette ligne a son point de fuite vers W, sur la verticale en F'.

4° *Conclusion.* — Maintenant, nous pourrons construire aisément l'image réfléchie d'un objet quelconque, soit, par exemple le prisme droit RSQ-R'S'Q'.

Opérons sur le point Q. De Q, je mène une fuyante vers F', qui coupe MF en 1; de 1, je mène une fuyante vers W, 1l, et de Q, une fuyante vers φ, qui donne q, image réfléchie de Q. On trouvera de même les images r, s, de RS.

Remarquons que E' S prolongé vers U donne sur φF' le point de fuite des normales au plan du miroir. Si donc nous menons de q, r, s, des fuyantes vers U, et de Q', R', S', des fuyantes vers φ; nous aurons aux rencontres de ces lignes q', r', s', les images de Q', R', S'; etc.

L'image de l'horizon est F W.

11. Applications. — La figure 219 montre le tracé de l'image

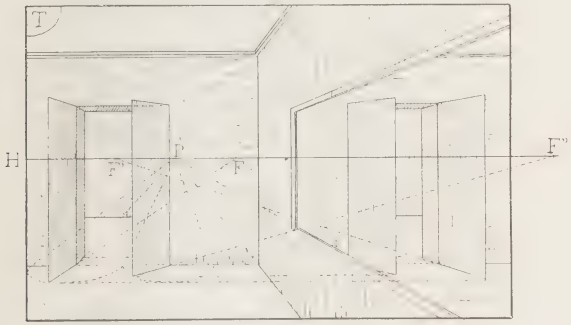


Fig. 219.

d'un appartement et d'une porte de front, réfléchis dans un miroir vertical perpendiculaire au tableau. La figure 220 montre

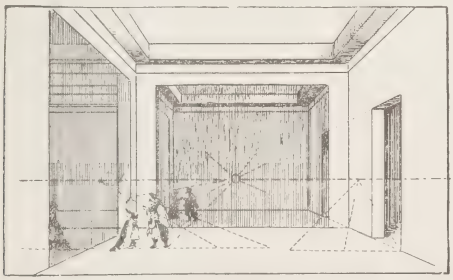


Fig. 220.

les images des murs d'une salle dans un miroir de fond et dans un miroir de flanc.

Les figures 219, 220, 221 font voir la symétrie exacte des parties présentées de front, comme les murs et les baies des portes, et la différence notable d'aspect des parties ayant un mouvement dans

Photo Neurdein.

Fig. 221.

le sens de la profondeur. Elles montrent aussi, que les images réfléchies des fuyantes principales sont d'autres fuyantes principales, tandis que le point de fuite des fuyantes accidentelles vues directement ou réfléchies, sont symétriques par rapport au point principal.

12. Cas d'un appartement offrant un pan coupé avec miroir. — Soit A B A' B' le pan coupé *(fig. 222)*, dont la trace sur le sol, A B a son point de fuite en F. Marquons en P' O la distance, en O le point de vue sur le géométral rabattu; amenons F en *f*; O *f* sera le rabattement dans le géométral de la direction A B; O *f'*, la direction perpendiculaire au miroir; F' le point de fuite de ces perpendiculaires.

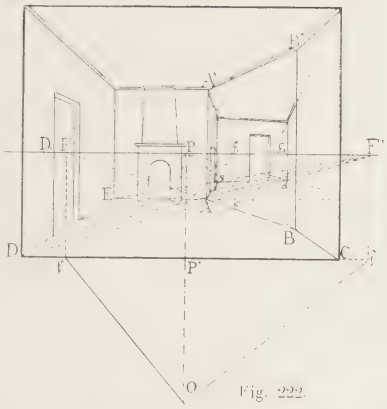


Fig. 222.

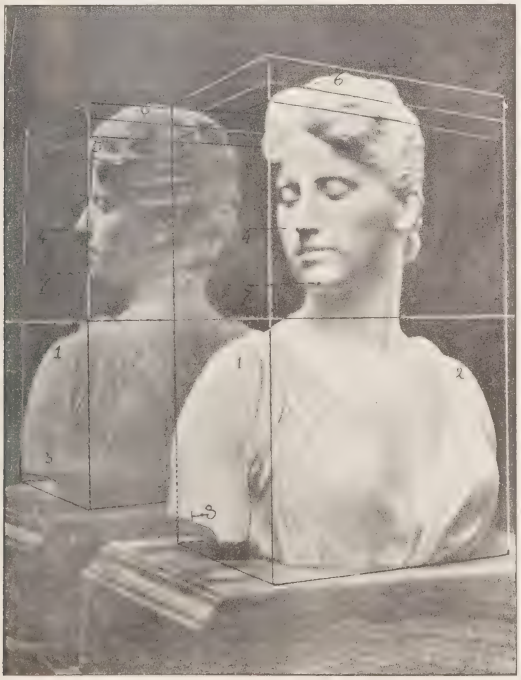


Fig. 223.

Perspective du trait. Th. Vinçotte, cs.

Cherchons l'image du point E ; elle est sur E F' perpendiculaire au miroir, et à une profondeur derrière le plan du miroir égale à sa distance de celui-ci ; nous mesurons cette profondeur à l'aide d'une ligne de front et de la fuyante principale ; nous aurons ainsi le point *e'* ; nous trouverons de la même manière le point *d*. — L'image du parquet A B C D E est en A B *c d e*. Par les points de fuite des lignes du sol, derrière l'image, nous obtiendrons le contour du plafond, et par des fuyantes, perpendiculaires au miroir, tous les autres points intéressants, comme ceux de la porte, etc.

13. Perspective de l'image réfléchie d'un objet quelconque. — Nous pourrons enfermer l'objet dans un réseau de lignes géométriques enveloppantes, construire la perspective réfléchie de ce réseau, fixer par les projections géométriques des points de repère 1, 2, 3, 4... pris sur l'objet, et construire les images réfléchies de ce point..

Ces opérations ont été faites dans la figure 223, qui représente un buste réfléchi dans une glace. Quelques points du beau marbre, ainsi repérés, ont leurs images en des points correspondants de la figure géométrique construite d'après les lois de la réflexion.

14. Réflexion dans les miroirs cylindriques convexes. Nous avons vu comment on construit l'image d'un point, et l'on peut en déduire facilement la construction de l'image d'un objet concret.

Ce tracé nous permettra de nous rendre compte en particulier de la déformation que subit la figure d'une personne, qui se regarde dans un tel miroir.

Soient un œil en O *(fig. 224)* et deux points A et B (et au besoin

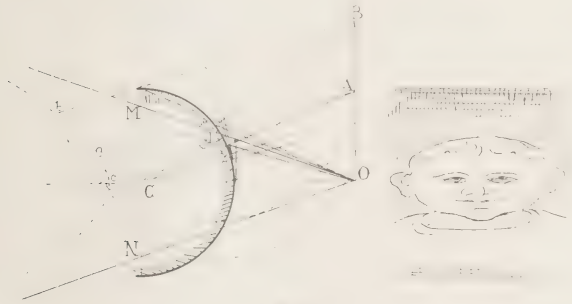


Fig. 224.

d'autres), sur la même verticale. Si l'on applique à ces points la construction indiquée à la page 156, on verra que l'image de la ligne O A B est une autre ligne *c a b* appartenant à une courbe contenue dans le plan optique et plus convexe que le miroir lui-même. En outre, ces points sont plus rapprochés que dans l'objet. Il en résulte que l'on voit son propre visage rapetissé dans le sens vertical, tandis que les dimensions horizontales ne sont pas changées; en outre, les parties en face du point de vue avancent; les parties haute et basse sont fuyantes. La figure est aplatie et son relief est allongé dans le plan qui contient l'œil et l'axe du cylindre.

Une verticale indéfinie passant par l'œil aurait comme image une courbe hyperbolique ayant pour asymptotes les lignes O M, O N,

correspondant aux points d'incidence des rayons verticaux, c'est-à-dire des rayons venant de haut en bas, de points situés à l'infini sur la droite O. B.

15. Miroirs sphériques convexes. — Dans un miroir sphérique, les déformations sont évidemment de même ordre dans tous les sens, et comme l'accentuation du relief n'est perceptible que dans le profil, le visage se voit reproduit dans ses proportions normales, mais en dimensions réduites. L'image subit seulement une déformation accentuant le relief.

16. Miroirs cylindriques creux. — Une construction analogue montre que les images des points A et B *(fig. 225)* se forment sur une ligne concave O' A' B', très étendue dans le sens vertical. Le visage paraîtra allongé dans le sens vertical, et creusé dans le milieu; aucune déformation ne se produira dans le sens horizontal.

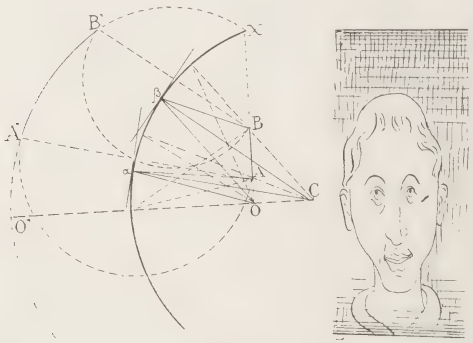


Fig. 225.

Toutefois, les parties centrales de la figure restent normales; l'allongement se produit de plus en plus fort vers les extrémités.

Cet allongement est faible quand l'œil est proche de la surface du miroir, et croît à mesure que l'œil se rapproche du centre de courbure C; en ce point l'image devient effilée à l'infini.

Nous avons envisagé d'abord le cas où l'œil est en deçà du point C Quand il passe au delà, l'image, tout en restant considérablement étendue, se voit retournée, et, à mesure que l'œil s'éloigne, l'i-

mage, toujours renversée, se rapproche graduellement de la forme régulière, en même temps qu'elle se rapetisse et se rapproche de la grandeur nature; quand l'œil est à l'infini, elle tend à se réduire à un point, qui est le terme d'une image vue de très loin en grandeur nature.

17. Miroirs sphériques creux. — Dans un miroir sphérique creux les mêmes déformations se produisent, mais réalisées dans tous les sens, de sorte que l'image paraît avec ses proportions réelles. En deçà du point C, on la voit de plus en plus grande, à mesure que l'œil s'éloigne de la surface réfléchissante; elle devient infinie quand l'œil est en C, puis l'image revient à des dimensions moindres, pour devenir indéfiniment petite si l'on s'éloigne de plus en plus.

L'image est affectée d'une déformation consistant dans une allure légèrement creuse, mais qu'on ne perçoit guère dans la vue de face.

18. Réflexion des surfaces mi-polies. — Considérons une sphère mi-polie, de couleur uniforme, et éclairée; marquons les zones d'égal éclat *(fig. 226)*.

Sous l'action de la lumière, elle présentera un point brillant, sur le rayon principal S, une ombre propre et des zones d'égale teinte.

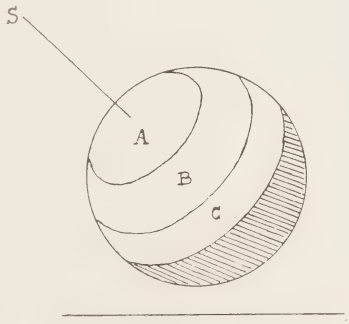


Fig. 226.

Nous distinguons trois zones.

La zone A est la zone vivement éclairée; la zone B, la zone d'éclairage à *saturation;* la zone C, la zone d'éclairage sombre.

Quand la lumière blanche tombe sur une surface colorée, elle est décomposée. Une portion est absorbée, l'autre renvoyée. Celle qui est absorbée est complémentaire de celle qui est réfléchie. Toutefois, cette capacité d'absorption n'est pas indéfinie, et si l'éclairage est fort, la portion de la lumière blanche non décomposée est renvoyée : la surface, à cet endroit, paraîtra de sa couleur propre mêlée de blanc, zone *éclairée* A.

Là où la lumière blanche diminue d'intensité (zone B), sera la zone où l'objet apparaît avec sa vraie couleur, avec sa *teinte locale;* cette teinte est dite *saturée.* La surface B a la direction favorable; elle est dite orientée à saturation.

Dans la zone C, où la lumière blanche éclairante diminue encore d'intensité, la surface paraîtra plus sombre, teintée de la couleur propre mêlée de gris, c'est-à-dire *rabattue.*

19. Aspect d'une surface courbe sous la lumière solaire [1]. Les phénomènes déterminant l'apparence d'une surface courbe, polie ou mate, éclairée d'une manière déterminée, et vue d'un point déterminé, sont très complexes. L'observation directe permet seule à l'artiste de les reproduire fidèlement. Mais il est utile de s'y familiariser par l'étude de cas typiques. Nous envisageons une surface sphérique, éclairée par la lumière *diffuse*, le spectateur étant à l'infini.

Considérons une des directions des rayons lumineux V O; cette direction donnera par réflexion son point brillant en N, sur la bissectrice de l'angle V O R *(fig. 227).*

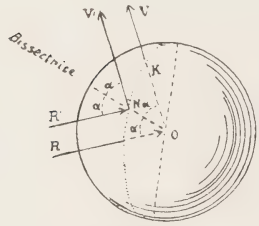


Fig. 227.

Comme les directions sont en nombre infini, il y aura des points brillants sur toute la surface; seulement, ils n'auront pas le même éclat. Pour avoir des lignes d'un même éclat, il faudra considérer la direction du rayon le plus éclairant, le *rayon atmosphérique* principal. Les lignes de même éclat sont dans de petits cercles perpendiculaires à R N.

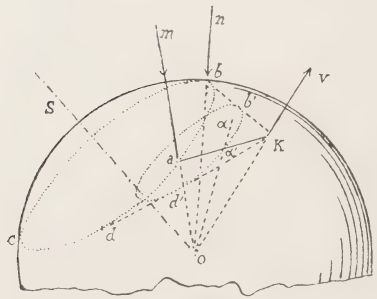


Fig. 228.

Considérons l'un des cercles *(fig. 228);* soient *m a*, *n b*, des rayons de même intensité, qui seront des génératrices d'un cône, ayant pour base le cercle *d a b*, et pour sommet O.

Soient O V, le rayon visuel principal, K son point de sortie de la sphère. Cher-

1. J. Pillet. *Traité de perspective linéaire,* Paris, Delagrave, 1875.

chons le point brillant réfléchi pour l'œil en V, d'un point quelconque du cercle d'égal éclat. A cet effet, menons la bissectrice O a, de l'angle a O V. Si l'on prolonge O a jusqu'à sa rencontre a' avec la sphère, a' sera le point brillant de la direction $m\,a$ O.

Or, le lieu des points a' est un cercle. En effet, les droites telles que K a forment un cône oblique dont la base est le cercle $a\,b\,d$, et le sommet K; les points B a'; sont les milieux de ses génératrices.

Pour avoir les points brillants tels que a, on joint O K prolongé jusqu'à la sphère; par là on forme un nouveau cône oblique ayant pour base le cercle $d'\,b'$, et pour sommet O; le lieu des points brillants sera l'intersection de la sphère et de ce cône dont le sommet est au centre de celle-ci; donc encore un cercle.

Telle est la solution théorique.

TABLE DES MATIÈRES

Perspective du trait

PRÉFACE V

BIBLIOGRAPHIE VIII

INTRODUCTION. — Le trait; le trait d'art et le trait de construction. . . . 1

CHAPITRE PREMIER

VISION

1. Image rétinienne. — 2. Grandeur de l'image. — 3. Appréciation de la direction. — 4. Appréciation de la distance. — 5. Accommodation et adaptation de la vue. — 6. Adaptation binoculaire. — 7. Mouvements oculaires. 7

CHAPITRE II

PERSPECTIVE CENTRALE

1. Définitions. — 2. Perspective cavalière. — 3. Glace de Léonard de Vinci. — 4. Points de fuite. — 5. Horizon. 22

CHAPITRE III

PRINCIPES DE LA PERSPECTIVE LINÉAIRE

1. Perspective du point. — 2. Perspective de la droite; lignes de front. — 3. Droites parallèles; point de fuite. — 4. Emploi des fuyantes. — 5. Points de distance. — 6. Réduction des points de distance. — 7. Points de fuite hors du tableau. — 8. Té perspectif. — 9. Té à branches fixes. — 10. Équerre de Guichard. — 11. Lignes de résection proportionnelle. — 12. Points de distance accidentels. 32

CHAPITRE IV

EMPLOI DU GÉOMÉTRAL

1. Emploi du géométral. — 2. Construction d'un point et d'une droite. — 3. Mise en perspective d'un angle droit. — 4. Représentation d'un plan en perspective. — 5. Détermination de l'inclinaison d'un plan connu en perspective. — 6. Intersection de deux plans obliques. — 7. Intersection d'une droite et d'un plan. — 8. Changement de géométral. . . 46

CHAPITRE V

MESURES EN PROFONDEUR

1. Dégradation linéaire. — 2. Echelles perspectives. — 3. Procédés expéditifs de mesurage en profondeur. — 4. Longueurs prises sur une ligne quelconque. — 5. Echelles convergentes. 52

CHAPITRE VI

TRACÉ DES FIGURES PLANES

1. Marche à suivre. — 2. Le carré de front. — 3. Le triangle. — 4. Le carré posé de travers. — 5. Le pentagone. — 6. L'hexagone régulier. — 7. L'heptagone. — 8. L'octogone. — 9. Perspective d'un carré dans un plan vertical quelconque. — 10. Le cercle. — 11. Perspective du cercle. — 12. Tracés pratiques. — 13. Emploi des échelles convergentes. 61

CHAPITRE VII

PERSPECTIVE DES OBJETS CONCRETS

A. — FORMES RECTILIGNES

1. Perspective d'un parallélépipède et d'une pyramide. — 2. Perspective d'une tour avec flèche quadrangulaire. — 3. Perspective d'une flèche octogonale. — 4. Perspective d'une tour carrée couverte par quatre pignons. — 5. Perspective d'un plan incliné et d'un escalier droit. — 6. Perspective d'un perron. — 7. Perspective d'une croix. — 8. Perspective d'une ruelle. — 9. Perspective d'une salle. — 10. Perspective d'un écran. — 11. Perspective d'une moulure. 73

B. — FORMES CURVILIGNES

1. Perspective d'un cylindre. — 2. Perspective d'une arcade. — 3. Perspective d'une série d'arcades de front. — 4. Perspective d'une tour avec mâchicoulis. — 5. Perspective d'une rosace de plafond. — 6.

Perspective d'une colonnade. — 7. Perspective d'un train de roues. — 8. Perspective d'un escalier à vis. — 9. Perspective d'un portique. — 10. Perspective d'une voûte d'arêtes. — 11. Perspective d'un amphithéâtre. — 12. Perspective des sphéroïdes; silhouette. — 13. Perspective de la sphère. — 14. Perspective d'une coupole. — 15. Perspective des formes de révolution. 89

C. PAYSAGE

1. Choix du point de vue. — 2. Position du plan du tableau. — 3. Anamorphoses. — 4. Rectifications mentales. — 5. Unité du tableau. — 6. Hauteur de l'horizon. — 7. Perspectives contradictoires. 113

CHAPITRE VIII

MÉTHODES PRATIQUES

1. Mise en perspective d'un objet d'après un plan. — 2. Perspective d'un site urbain. — 3. Procédé des rayons vecteurs. — 4. Craticulage. — 5. Perspective rapide (méthode de la Fresnaye). 125

CHAPITRE IX

CAS PARTICULIERS

1. Cas d'anamorphose. — 2. Terrain incliné. — 3. Perspective à vol d'oiseau. — 4. Vues plongeantes. — 5. Restitutions perspectives. — 6. Restitution des points de distance. — 7. Changement de tableau. . 140

CHAPITRE X

RÉFLEXION

1. Tracé des rayons réfléchis. La sphère, le cylindre, le cône. 154

Réflexion dans l'eau : 2. Réflexion dans l'eau dormante. — 3. Réflexion des objets situés sur terre. — 4. Réflexion dans l'eau ondulée. — 5. Mise en perspective des objets réfléchis par l'onde. 159

Réflexion dans les miroirs plans : 6. Réflexion dans un miroir vertical de front. — 7. Cas d'un miroir vertical perpendiculaire au tableau. — 8. Cas d'un miroir vertical quelconque. — 9. Méthode pratique. — 10. Réflexion dans un miroir plan quelconque. — 11. Applications. — 12. Cas d'un appartement offrant un pan coupé avec miroir. — 13. Perpective de l'image réfléchie d'un objet quelconque. 169

Réflexions dans les miroirs courbes : 14. Réflexion dans les miroirs cylindriques convexes. — 15. Miroirs sphériques convexes. — 16. Miroirs cylindriques creux. — 17. Miroirs sphériques creux. — 18. Réflexion des surfaces mi-polies. — 19. Aspect d'une surface courbe sous la lumière solaire. 179

IMP. DESCLÉE, DE BROUWER ET Cie, LILLE. — 9-188.

TRAITÉ DE PERSPECTIVE PITTORESQUE

DIVISIONS DE L'OUVRAGE

PERSPECTIVE DU TRAIT;
PERSPECTIVE DE LA COULEUR;
PERSPECTIVE DU RELIEF.

CHAQUE PARTIE SE VEND SÉPARÉMENT

Br. 40 —